P. N. - 2

43

641502
Smithsonian
2

ATTI

DELLA

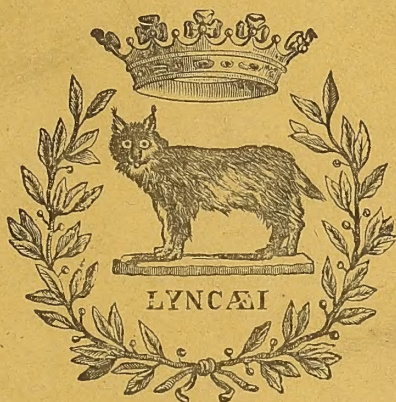
R. ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCV.

1908

SERIE QUINTA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME VI.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1908

506.45

ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIII.

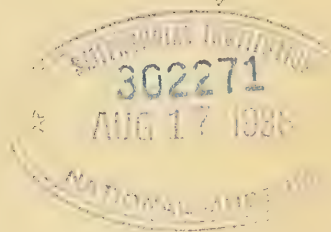
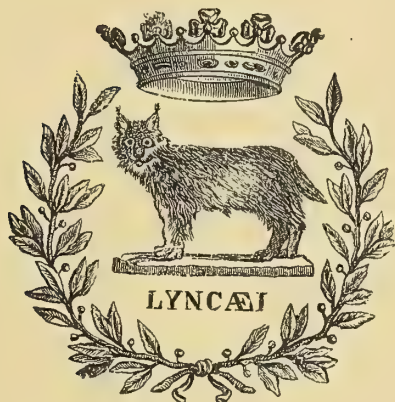
1906

SERIE QUINTA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME VI.

302271
AUG 17 1906

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. VINCENZO SALVIUCCI

1906

Contributo alla fisiologia dei muscoli lisci.

Memoria del Socio ANGELO MOSSO

presentata nella seduta del 3 dicembre 1905.

PARTE PRIMA.

Contrazioni spontanee dei muscoli lisci.

Queste ricerche possono considerarsi come una continuazione degli studî iniziati dal Sertoli (1) sul muscolo retrattore del pene. Solo nella seconda parte adoperai un metodo speciale per esaminare l'azione dell'anidride carbonica studiando il retrattore nel bue e nel cavallo; e trovai che questo gas compresso produce una contrazione del muscolo anche una settimana dopo la morte dell'animale.

Le esperienze sul cane hanno un grande vantaggio, perchè forse in nessun altro modo si possono mostrare meglio i movimenti nei muscoli lisci sull'animale vivo; e sono esperimenti facili che si possono ripetere nella scuola. In un cane di grossezza ordinaria tale muscolo è lungo circa dodici centimetri, e sta sotto la pelle del perineo, così che è facile scoprirlo senza nuocere alle sue condizioni normali. Fatto un taglio alla base del pene si può staccarlo dalla verga e legarne l'estremità libera ad un miografo. Sono due cordoni di fibre muscolari parallele che, attraversato il muscolo bulbo cavernoso, si dirigono da ciascun lato verso lo sfintere dell'ano.

L'essere superficiale ed accessibile agli eccitamenti non è il solo vantaggio che presenti il muscolo retrattore del pene, perchè studiando gli ureteri, i vasi sanguigni, la vescica, lo stomaco, l'utero ed altri organi costituiti da fibre liscie, ci troviamo per la disposizione delle fibre in condizioni meno favorevoli, essendo il movimento di tali muscoli la risultante di varie contrazioni di fibre che hanno diversa direzione.

Per scrivere i movimenti del muscolo mi servii di una leva, il fulcro della quale essendo mobile su due perni costituiva l'asse di una piccola ruota metallica del diametro di un centimetro. Questa rotella portava una scanalatura; ed un filo passando in essa sorreggeva un peso di 20 grammi, che funzionava come contrappeso per tendere un altro filo attaccato sulla leva che andava al muscolo. Ho provato a fare scrivere il muscolo attaccandolo alla membrana elastica di un timpano di Marey,

(1) Sertoli, *Archives italiennes de Biologie*, tome 3, 1883, pag. 78.

messo in comunicazione con un altro timpano registratore; ma le escursioni del muscolo sono troppo grandi, e questo metodo non serve bene quanto la leva, perchè non rimane costante la tensione.

Appena curarizzato il cane si scopriva il muscolo e staccatolo dalla verga si legava l'estremità al filo della leva. Questa e il cilindro registratore venivano collocati sopra di un tavolo un poco più alto messo accanto all'animale. Per non spostare il muscolo dalla sua posizione naturale, un supporto teneva una carrucola poco lontano dal medesimo sulla quale piegandosi il filo ad angolo retto veniva ad attaccarsi alla leva soprastante.

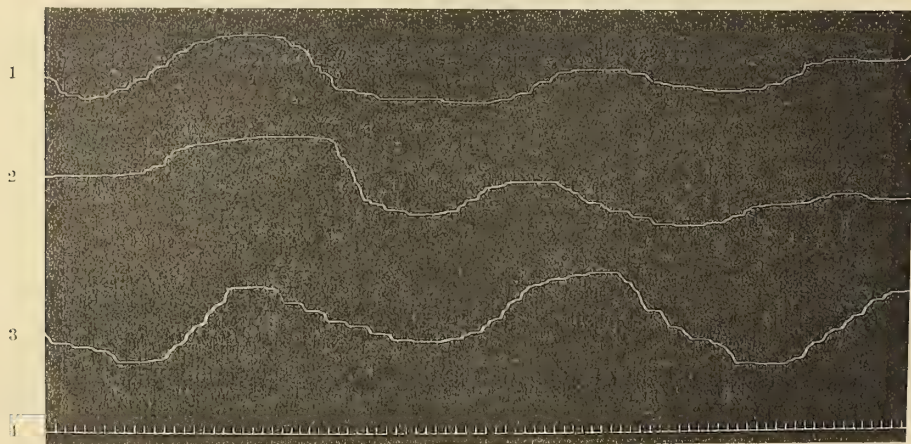



Fig 1. — 1, 2, 3. Contrazioni spontanee del muscolo retrattore del pene nel cane curarizzato. — 4. Tempo in secondi.

Nella contrazione del muscolo la penna si abbassa e si alza quando il muscolo si rilascia. La lunghezza della leva e la distanza del fulcro dal punto, dove è sulla medesima attaccato il filo, danno un ingrandimento dodici volte maggiore nei tracciati di quanto siano effettivamente i raccorciamenti e gli allungamenti del muscolo. Tutte le figure di questa Memoria essendo ridotte di un terzo colla zincotipia, si può calcolare il valore effettivo dei movimenti del muscolo liscio (fig. 1).

In questo tracciato si vedono le contrazioni spontanee del muscolo retrattore del pene di un cane profondamente curarizzato. Le oscillazioni che si producono ogni due secondi sono dovute alla respirazione artificiale (1).

Nella figura 2 è indicato il ritmo col quale funziona il soffietto messo in azione da un motore elettrico, e si vede che i movimenti del soffietto e del muscolo succedono col medesimo ritmo: che siano sincroni, me ne assicurai sentendo il rumore prodotto dalla corrente dell'aria che produceva la respirazione artificiale, oppure guardando alternativamente il torace del cane e la leva scrivente.

(1) In questo tracciato e in tutti i seguenti il tempo fu scritto in secondi, e per brevità non ripeterò più tale avvertimento.

Scrivo tutto un cilindro e le curve dei movimenti spontanei sono identiche alle linee 1, 2, 3 della figura 1, che sono un pezzo tagliato a caso in un foglio tutto uguale. Le ondulazioni, che si ripetono col ritmo di circa 2 ogni minuto, dipendono dai cambiamenti di tonicità del muscolo. La durata del periodo di raccorciamento del muscolo è poco diversa da quella del rilasciamento. Talora uno è più breve del-

Fig. 2. — 1. Ritmo col quale funziona il soffietto per la respirazione artificiale. — 2. Tempo in secondi.

l'altro. Queste ondulazioni rassomigliano a quelle che ho studiato per mezzo del pletismografo nei vasi sanguigni dell'uomo ([1]), nella vescica ([2]), e sono pure identiche alle variazioni periodiche del tono che osservai nei muscoli del respiro ([3]): come negli

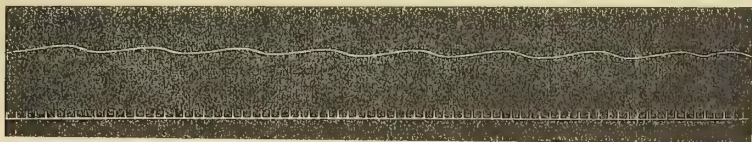



Fig. 3. — Contrazioni spontanee del muscolo retrattore del pene nel cane dopo il taglio del midollo allungato.

organi sopradetti osservai tali variazioni di tonicità nell'uomo sano, così ritengo che anche queste della fig. 1 siano da considerarsi come una funzione normale dei muscoli lisci, della quale non conosciamo ancora la causa e l'ufficio.

Il primo problema che si affaccia è di conoscere se tali contrazioni dipendano dal simpatico, dal midollo spinale, o dal cervello. Esaminerò meglio tale problema in seguito parlando dell' azione dei veleni. Riferisco intanto un'esperienza, la quale dimostra che tali movimenti sussistono anche dopo il taglio del midollo allungato. Il tracciato 3 venne scritto dal muscolo retrattore del pene di un cane dopo il taglio del midollo allungato. Mentre si fa la respirazione artificiale col ritmo segnato nella fig. 2 esistono queste ondulazioni, che si ripetono col ritmo di circa 6 al minuto.

([1]) A. Mosso, *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni dell'uomo.* Atti R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XI, 1875, pag. 21.

([2]) Mosso e Pellacani, *Sur les fonctions de la vessie.* Archives italiennes de Biologie, tome 1, 1882, pagg. 97 e 291.

([3]) A. Mosso, *La respirazione periodica e la respirazione di lusso.* Memorie R. Accademia dei Lincei, 1884, vol, XIX, cap. VI, tav. VI, pag. 490.

Movimenti dei muscoli lisci prodotti dai fenomeni psichici.

Come avevo già osservato per mezzo del pletismografo nei muscoli lisci dei vasi sanguigni, e dopo nelle ricerche, che feci col prof. Pellacani, nella vescica esistono rapporti continui fra lo stato del cervello ed i muscoli lisci, per modo che questi si contraggono per commozioni debolissime, che non si possono in altro modo vedere se non adoperando strumenti registratori delicati (fig. 4).

Ad un grosso cane del peso di 18 chilogr. si inietta lentamente curaro sino a che sia divenuto completamente immobile, e quindi si fa la respirazione artificiale.

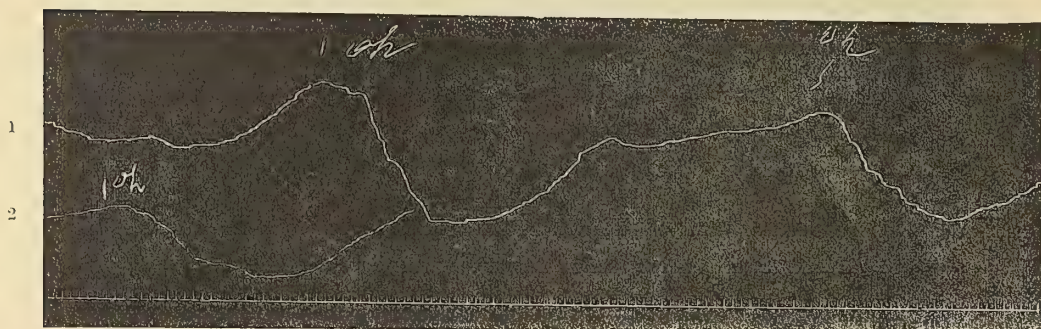



Fig. 4. — 1, 2. Movimenti del muscolo retrattore del pene nel cane curarizzato prodotti da fenomeni psichici. In *oh* si fa un grido vicino all'animale.

In principio della linea 1 nella fig. 4 si vede accennato il ritmo del respiro nella curva scritta dalla leva, perchè abbassandosi il diaframma per l'aria insufflata ad ogni inspirazione succede una scossa leggera. Nel punto segnato | *oh*, quando faccio un segno sul cilindro, una persona pronuncia forte *oh* vicino alla testa del cane. Trascorrono 3 o 4 secondi (non feci la ricerca esatta del tempo che impiegasi per la riproduzione di tale riflesso), e dopo succede una contrazione del muscolo. Tale fenomeno comparisce in modo costante. Dopo che il muscolo è tornato alla lunghezza di prima, si ripete un' altra volta lo stesso grido *oh* ed il muscolo torna a contrarsi. Si ripetono altre quattro esperienze col medesimo risultato, ma non le riproduco. La quinta è scritta nella linea 2 fig. 4, ed anche qui si vede che dopo fatto il grido nel segno | *oh* succede una contrazione del muscolo liscio.

Essendo diminuita alquanto l'intensità della curarizzazione dopo circa mezz'ora che era cominciata l'esperienza, ci accorgiamo che il cane vede e sente le persone che gli si avvicinano e non potendo muoversi reagisce a queste commozioni contraendo il muscolo retrattore del pene. Il tracciato 5 è identico al precedente, solo che nel punto *A* viene segnato il movimento, che fa una persona, la quale passa davanti alla testa dell'animale e gli si avvicina per aspettare il momento che io gli faccia segno di gridare *oh*. La prima volta il grido fu debole, la pronuncia fu come quella di chi parla natu-

ralmente. La persona si allontanò subito e in *A* ritornò indietro avvicinandosi al cane ed in *oh* fece un grido più forte, in seguito al quale la contrazione del muscolo retrattore fu talmente intensa che la leva non poteva più scrivere nel cilindro.

Assicuratomi in questo modo che l'animale vede e sente e che risponde alle impressioni di quanto succede intorno a lui, per mezzo di una contrazione del muscolo retrattore del pene cercai di conoscere se gli impulsi nervosi, che vanno ai muscoli motori senza avere un'origine nei fenomeni psichici, sono egualmente capaci di far contrarre i muscoli lisci.

Fig. 6. Ripeto ancora un'esperienza sui movimenti dei muscoli lisci per cause psichiche; nella linea 1 nello stesso cane ed in *oh* | faccio un grido e come al solito

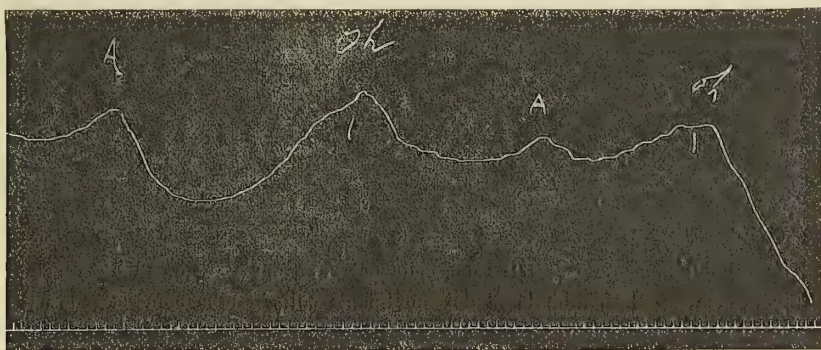



Fig. 5. — Movimenti del muscolo retrattore del pene nel cane curarizzato. In *A* viene segnato il momento nel quale una persona si avvicina all'animale per fare un grido nel punto segnato *oh*.

succede una contrazione. Il muscolo dopo si rilascia ed in *A* comincia una contrazione spontanea. Il cane reagisce con una contrazione dei muscoli dell'addome ad ogni inspirazione artificiale, come si vede nella seconda parte dopo la lettera *A*. Nella linea 2 l'animale è più sveglio, succede una contrazione nel muscolo retrattore del pene, durante la quale il cane muove le gambe, come si vede nelle linee verticali, dalle quali è tagliata la curva. È interessante che tali movimenti spontanei non esercitano alcuna influenza sul tono dei muscoli lisci.

Nella seconda parte della curva 2 fig. 6 i movimenti delle estremità diventano molto forti e continuano le ondulazioni spontanee del muscolo retrattore del pene. Ad ogni scossa delle gambe si alza la leva e torna dopo alla posizione di prima, onde possiamo conchiudere che i moti di origine spinale hanno un centro diverso da quello che produce le variazioni del tono, come già osservai per i muscoli del respiro [1].

Ho confermato queste osservazioni in altri cani. Detto questo potrebbe bastare, trattandosi di un fenomeno che non lascia dubbio per la costanza e la regolarità colla quale si produce. Siccome però tali movimenti non hanno sempre lo stesso tipo, presento qualche altro tracciato per mostrare come possano i fenomeni psichici produrre una irrequietezza dei muscoli lisci (fig. 7).

[1] Archives ital. de Biologie. Tome XLI, 1904, pag. 119.

In un cane del peso di 15 chilogr. curarizzato profondamente, la contrazione del muscolo retrattore del pene quando si pronuncia la vocale *oh* (con voce ordinaria simile di chi parlasse in vicinanza del cane), ha la forma solita. Trascorrono 3 secondi dal momento dell'eccitazione e quindi il muscolo si raccorcia; succede una leggera

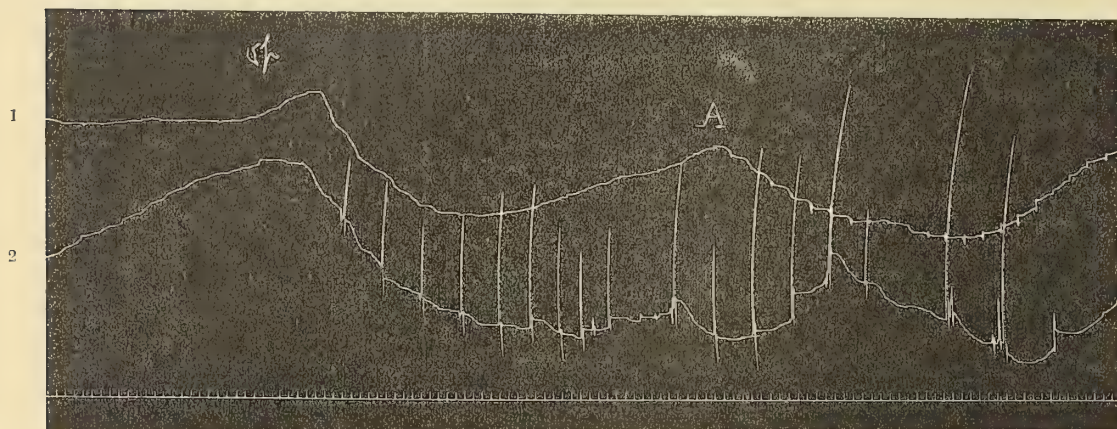



Fig. 6. — 1. Movimenti del muscolo retrattore del pene nel cane curarizzato. In *oh* facciamo un grido. *A* Contrazione spontanea. — 2. L'animale fa dei movimenti colle gambe come si vede nelle linee verticali, essendo scemata l'azione del curaro.

pausa, nella quale rimane contratto, e dopo si allunga impiegando un tempo alquanto maggiore che non sia stato quello del raccorciamento. Le ondulazioni leggere sono dipendenti dagli impulsi meccanici della respirazione artificiale.

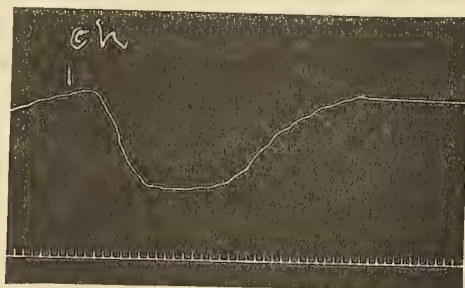



Fig. 7. — Cane curarizzato. Contrazione del muscolo retrattore del pene prodotta dal suono *oh*.

Quando tutto è tranquillo i movimenti spontanei, per così dire fondamentali e naturali del muscolo retrattore, sono lenti, come si osserva nella linea superiore della fig. 8; e difficilmente trascorre più di un minuto senza che il muscolo compia in modo spontaneo una contrazione come queste. Pronunciando nella seconda linea della

figura 8 due volte *oh*, si ottengono due contrazioni, e quindi il muscolo con due leggere oscillazioni riprende la lunghezza di prima [1].

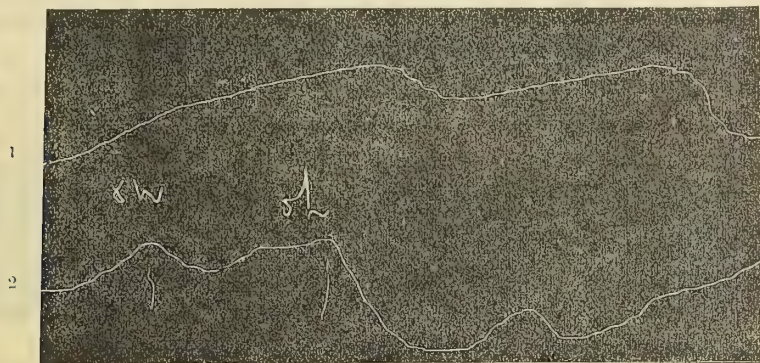



Fig. 8. — 1. Movimenti spontanei del muscolo retrattore del pene nel cane curarizzato. — 2. Due contrazioni prodotte dai fenomeni psichici facendo il grido *oh* vicino al cane.

Azione della temperatura sui muscoli lisci.

La posizione superficiale del muscolo rettrattore del pene, il quale è solo ricoperto dalla pelle nella regione del perineo, rende più facili le esperienze su questi muscoli lisci per studiare l'influenza della temperatura. Ed è una condizione molto

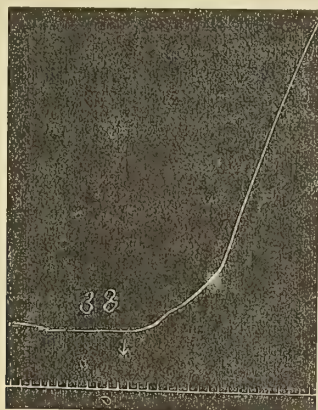



Fig. 9. — Azione di un mutamento della temperatura di 2° sul muscolo retrattore del pene nel cane curarizzato.

favorevole il poter studiare l'influenza dei mutamenti di temperatura senza modificare le condizioni della naturale nutrizione del muscolo [2].

[1] Per economia di spazio nella fig. 8 non riproduco il tempo, essendo questa la continuazione della fig. 7.

[2] Per i dati bibliografici di questo argomento mi riferisco come per tutto il resto a quanto trovasi nelle aggiunte fatte dal prof. Aducco agli Elementi di fisiologia umana del Beaunis, edizione italiana, pag. 339, dispensa 32 e 33; 1894: al lavoro recente sui muscoli lisci pubblicato dal prof. P. Grützner, *Ergebnisse der Physiologie,* III Jahrgang, 1904, II Abt., pag. 13.

La fig. 9 mostra un primo esperimento nel quale succede un forte rilasciamento per una differenza di soli 2°. Si tratta di un cane curarizzato profondamente, nel quale verso il fine di una serie di esperienze dopo che il cane era stato curarizzato tre volte, la temperatura del retto era scesa a 36°. Versando sul perineo e sulla parte del muscolo scoperto una soluzione di cloruro sodico scaldata a 38° per mezzo di un vaso fatto come una tetiera, succede un allungamento, come si vede nel punto segnato da una freccia nella fig. 9. La penna scrivente della leva perde il contatto col cilindro, tanto è forte l'allungamento che vedesi anche ad occhio. Temendo tale effetto sia dovuto in parte ad una azione psichica, perchè l'animale è sensibile; taglio il midollo allungato e continuo la respirazione artificiale.

La fig. 10 nella linea 1 rappresenta un'altra eccitazione colla differenza di soli 2°, che viene fatta in *L*, versando l'acqua a 38° sul perineo: il muscolo si contrae, ma

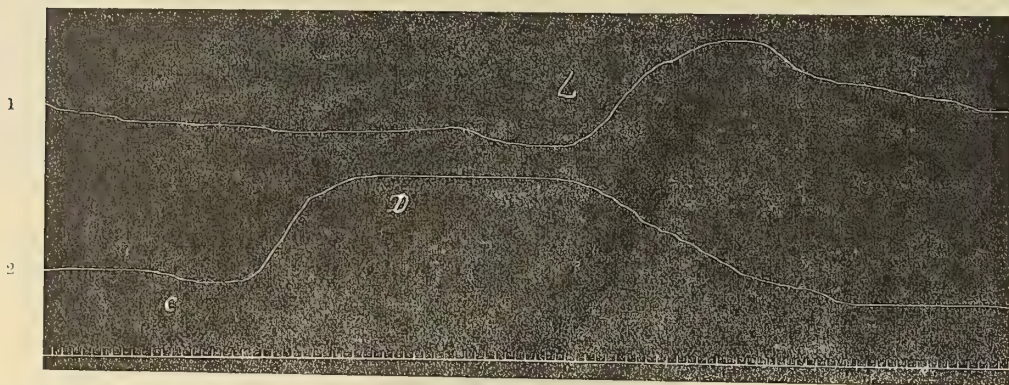



Fig. 10. — Influenza di un mutamento della temperatura di 2° sul muscolo retrattore del pene nel cane col taglio del midollo allungato. Linea 1 in *L* si versa una soluzione a 38° di cloruro sodico 0,75 % sul perineo. Linea 2 in *C* si ripete la medesima variazione di temperatura versando il liquido riscaldato a 38°.

è minore l'effetto. Ritornato nella linea successiva il muscolo alla sua lunghezza, faccio nella 2ª linea della fig. 10 un nuovo eccitamento del muscolo retrattore versando la soluzione di cloruro sodico (0,75 %) sul perineo, e questa volta ne verso anche un po' sul muscolo scoperto. L'eccitazione comincia in *C* e dura fino in *D*, continuando a versare il liquido caldo per 20 secondi. Cessata l'eccitazione della temperatura, il muscolo poco dopo si contrae.

Probabilmente il muscolo, perchè superficiale, era più freddo che non fosse il retto e forse non vediamo effettivamente l'influenza di due gradi, ma l'azione di una differenza alquanto maggiore. Altri fisiologi si occuparono già di simili ricerche. Il muscolo retrattore del pene si presta assai meglio di altri che con varî metodi vennero impiegati sino ad oggi per tali studî, e le differenze di temperatura qui osservate, credo siano gli eccitamenti minimi noti, i quali sono capaci di produrre una variazione nei muscoli lisci.

Mi assicurai in altre esperienze che bastano effettivamente 2° o 3° per produrre un rilasciamento del muscolo liscio. Preso un termometro a decimi, vi feci sopra una espirazione prolungata dopo aver fatto prima una profonda inspirazione e la tempera-

tura saliva di tre gradi, da 18° a 21°. Avvicinatomi colla bocca al muscolo rettrattore del pene in un cane curarizzato nel quale circa un terzo del muscolo era scoperto, vi feci sopra una espirazione lenta e profonda. La fig. 11 in *C* mostra l'effetto ottenuto. Non è scritto il tempo; ma la velocità del cilindro è identica a quella della fig. 10. In *C'* ripeto un'altra esperienza, riscaldando il muscolo col fiato e si ottiene egualmente un rilasciamento; onde posso conchiudere che una differenza in più di 2° o 3° è già sufficiente per produrre un rilasciamento dei muscoli lisci.

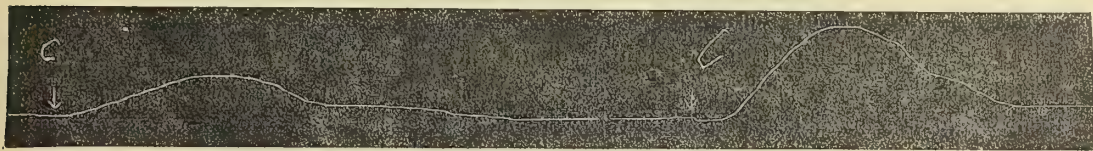



Fig. 11. — Azione della temperatura nel muscolo col midollo allungato sezionato. In *C* si versa sul muscolo una soluzione di cloruro sodico 0,75 % riscaldata a 38°.

Azione della nicotina.

Le esperienze fatte dal Langley, dalle quali risultò che per mezzo dell'avvelenamento colla nicotina si può interrompere l'azione dei nervi spinali sui muscoli *arrectores pilorum* paralizzando l'azione dei ganglii del simpatico, mi consigliavano di

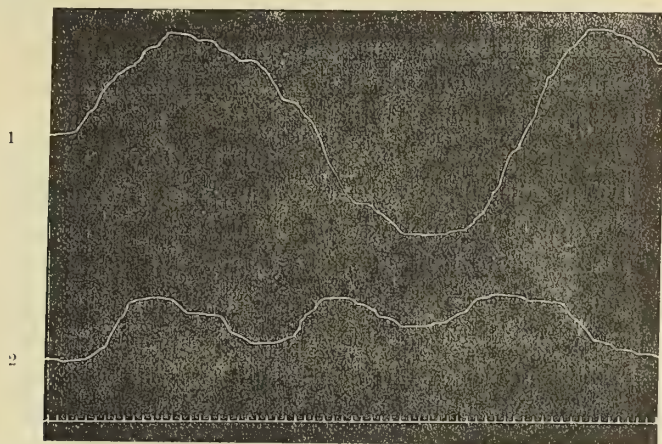



Fig. 12. — Cane avvelenato col curaro. Linea 1 movimenti spontanei del muscolo retrattore. Nella linea 2 il ritmo delle contrazioni spontanee nel medesimo cane è divenuto più frequente senza che se ne conosca la causa.

adoperare lo stesso metodo per analizzare l'innervazione dei muscoli retrattori del pene. Così potevo decidere se i movimenti spontanei e riflessi di questi muscoli dipendono dal midollo spinale e quali siano le loro relazioni col simpatico.

Avvelenato un cane per mezzo del curaro ed avviata la respirazione artificiale, scrivo i movimenti del muscolo retrattore del pene. Come si vede nella linea 1 fig. 12, il muscolo eseguisce spontaneamente grandi ondulazioni spontanee, delle quali se ne compiono 3 in 2 minuti; altre volte senza causa nota la frequenza diviene maggiore e se ne compiono 3 in un minuto, come vedesi nella linea 2 della fig. 12.

Inietto lentamente nella giugulare 1 decigramma di nicotina sciolto nella soluzione fisiologica (Na Cl. 0,75 %). Il cane pesa 13,800 chilogr. Nel momento della iniezione il muscolo si allunga e dopo torna alla lunghezza di prima. Il cuore fa 200 pulsazioni al minuto, la salivazione diviene abbondantissima, la pupilla è dilatata al massimo. Assicuratomi che l'avvelenamento è completo, provo ad eccitare coi suoni il movimento del muscolo retrattore, ma senza effetto. Prendo una pinza e comprimo fortemente le dita, ma anche col dolore non si ottiene una contrazione del muscolo retrattore del pene, mentre persistono e decorrono inalterati i moti spontanei sotto forma di grandi ondulazioni.

Inietto ancora un altro decigramma di nicotina per rendere profondissimo l'avvelenamento, ed i moti spontanei del muscolo retrattore del pene continuano inalterati. Sono scomparse le contrazioni più rapide, le ondulazioni si compiono con grande regolarità e durano 1 minuto ciascuna, come si vede nella fig. 13. Ho riprodotto un pezzo di tracciato maggiore del consueto per far conoscere la grande regolarità con cui si producone l'una dopo l'altra le contrazioni e i rilasciamenti del muscolo. Queste curve ci danno probabilmente un'imagine dei cambiamenti di tono, che succedono nel muscolo senza partecipazione del sistema nervoso, e sono simili a quelli che studieremo nella seconda parte, parecchi giorni dopo la morte, nei muscoli del cavallo e del bue separati dal corpo.

Mentre però tali muscoli presentano una resistenza grande alla morte, questi del cane sembrano godere di una minore vitalità. Infatti questo cane morì alle ore 4,25′, e lasciato in posto la leva scrivente, 5 minuti dopo la morte, alle 4,30′, i movimenti erano già divenuti più tardi e molto più piccoli, come si osserva nella fig. 14 linea 1. Dopo altri 5 minuti scrivo la linea 2 alle ore 4,45′ ed i movimenti conservano la medesima lentezza con un decorso alquanto irregolare. Dopo 20 minuti dalla morte (alle ore 4,45′) scrivo la linea 3, dove si vede che le ondulazioni sono quasi scomparse. Nel punto *A* fermo il cilindro per 10 minuti e la linea verticale segna le escursioni fatte in altezza dalla leva in questo tempo. Alle ore 4,55′, mezz'ora dopo la morte, il muscolo retrattore del pene fa sempre ondulazioni leggere, come si osserva nella linea 4. In *B* fermo il cilindro e la linea verticale mostra che le contrazioni ed i rilasciamenti sono stati un poco più forti che in *A*. Dopo un'ora dalla morte, alle 5,25′, scritta la linea 5, vediamo che sussistono ancora i movimenti. Da un tracciato simile, che per brevità non riproduco, risulta che dopo due ore i movimenti del retrattore del pene erano debolissimi, ma ancora sempre visibili.

Azione della veratrina.

Ad un cane del peso di 14 chilogr., dopo averlo curarizzato ed avviata la respirazione artificiale, scopro il muscolo retrattore del pene e scrivo il tracciato 15, che rappresenta le contrazioni spontanee nella solita forma. Quando gli inietto 2 milligrammi di veratrina nella vena giugulare, succede un rilasciamento del muscolo così forte, che la penna della leva perde il contatto col cilindro e subito dopo le contrazioni del muscolo retrattore del pene diventano meno forti e si rallenta il loro ritmo,

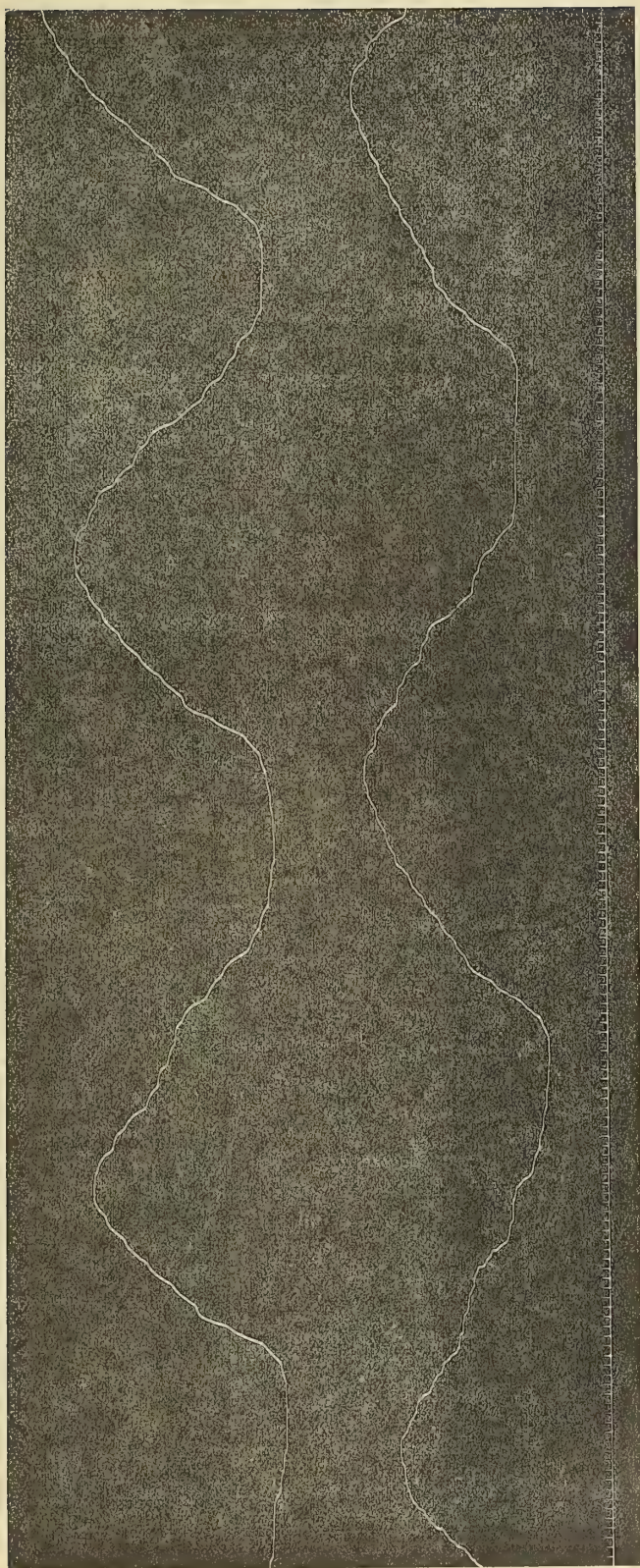



FIG. 13. — Al cane precedente furono iniettati due decigrammi di nicotina dentro la vena giugulare. Queste contrazioni regolari si devono probabilmente attribuire ai moti spontanei che fa il muscolo retrattore del pene senza partecipazione dei centri nervosi.

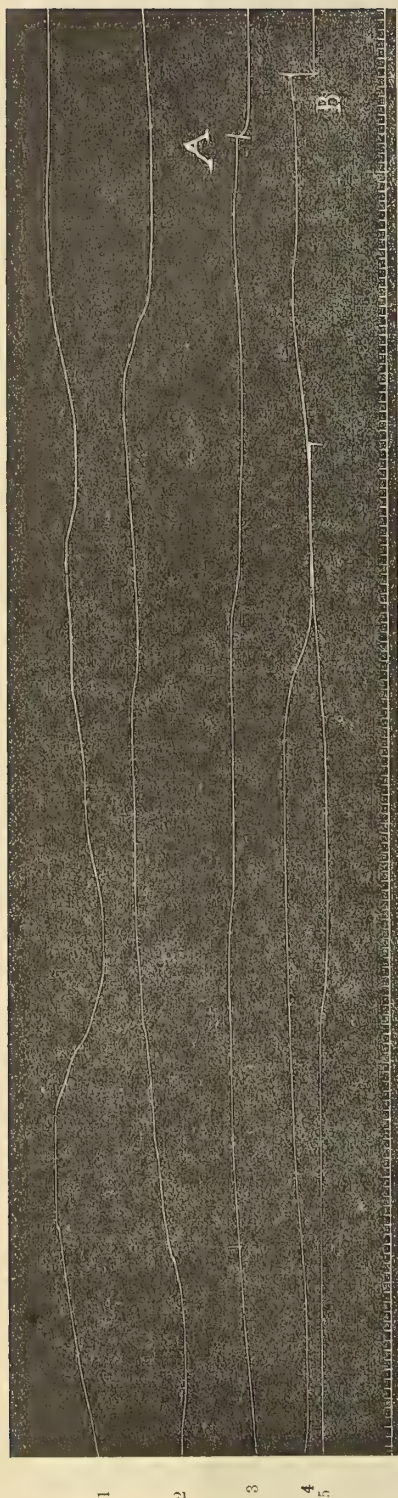



Fig. 14. — Movimenti che presenta il muscolo retrattore del pene dopo la morte. Linea 1 contrazioni spontanee scritte 5 minuti dopo che aveva cessato di battere il cuore. Linea 2 dopo altri 5 minuti. Linea 3 fu scritta 20 minuti dopo la morte. La linea 4 fu scritta 30 minuti dopo la morte, e dopo un'ora la linea 5.

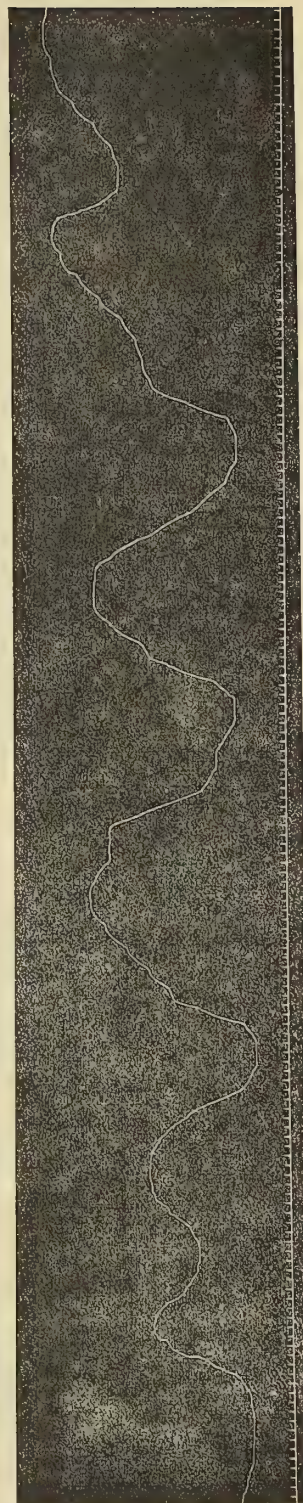



Fig. 15. — Cane curarizzato. Movimenti spontanei del muscolo retrattore del pene.

cosicchè nello stesso tempo se ne produce un numero molto minore. Il cambiamento di forma, che osservasi nelle contrazioni spontanee della linea 1 nella fig. 16, dimostra che anche nei muscoli lisci si ottiene per mezzo della veratrina una durata maggiore delle contrazioni allungandosi specialmente la seconda parte della curva, come osservasi nei muscoli striati sotto l'influenza di questo alcaloide.

Sospesa la respirazione artificiale, il cane muore; dopo 5 minuti che cessarono i battiti del cuore, scrivo la linea 2 e 3, i movimenti del muscolo sono divenuti lentissimi e poco visibili: dopo 15 minuti dalla morte scrivo la linea, nella quale si vede che ogni attività del muscolo è scomparsa.

Ho fatto qualche esperienza coll'atropina ed altri veleni, ma senza ottenere risultati evidenti. Da questi tentativi emerse un solo fatto utile, ed è che non si deve somministrare l'idrato di cloralio per studiare questi movimenti nell'animale addormentato. In due cani che avvelenai profondamente per mezzo del cloralio, mancavano i movimenti spontanei e i movimenti riflessi del retrattore del pene.

PARTE SECONDA.

Azione dell'anidride carbonica.

In due modi ho studiato l'azione di questo gas. Facendolo agire direttamente sul muscolo retrattore del pene nell'animale vivo, mentre il muscolo essendo in parte scoperto manteneva i suoi rapporti naturali e continuava la circolazione del sangue; oppure studiando il muscolo retrattore del pene tolto dal corpo del cavallo o del bue.

In un'ultima serie di esperienze che sono le più interessanti per conoscere la vitalità dei muscoli lisci, questi vennero sottoposti all'azione del CO_2 compresso. Il tracciato 17 riproduce le curve di due esperienze fatte sopra un cane profondamente curarizzato che pesava 15 chilogr., nel quale il muscolo retrattore del pene venne messo in comunicazione per mezzo di un filo colla leva al fine di scriverne i movimenti sul cilindro. Per fare agire l'anidride carbonica, mi servo di un cilindro metallico della capacità di 50 litri pieno di gas CO_2 compresso ad un'atmosfera. Nel dubbio che il gas dilatandosi nel passare alla pressione barometrica ordinaria si raffreddasse per modo che l'abbassamento della temperatura diventasse causa di eccitazione, faccio prima un'osservazione di controllo. All'estremità del tubo di gomma lungo circa un metro che porta un piccolo imbuto di vetro e che sta in comunicazione col cilindro del CO_2 compresso, avvicino un termometro coi gradi divisi in decimi, mettendomi in condizioni simili a quelle nelle quali applico il CO_2 sul muscolo in modo da conoscere la temperatura che ha la corrente di questo gas, e trovo che succede solo l'abbassamento di $^1/_{10}$ quando la corrente di CO_2 è forte; e che la temperatura dentro all'imbuto non cambia se la corrente è debole.

Fig. 16. — Azione della veratrina nel cane precedente. Sospesa la respirazione artificiale dopo 5 minuti che si arrestò il cuore, scrissi le linee 2 e 3 Dopo 15 minuti dalla morte si scrive la linea 4, nella quale si vede che i movimenti sono scomparsi.

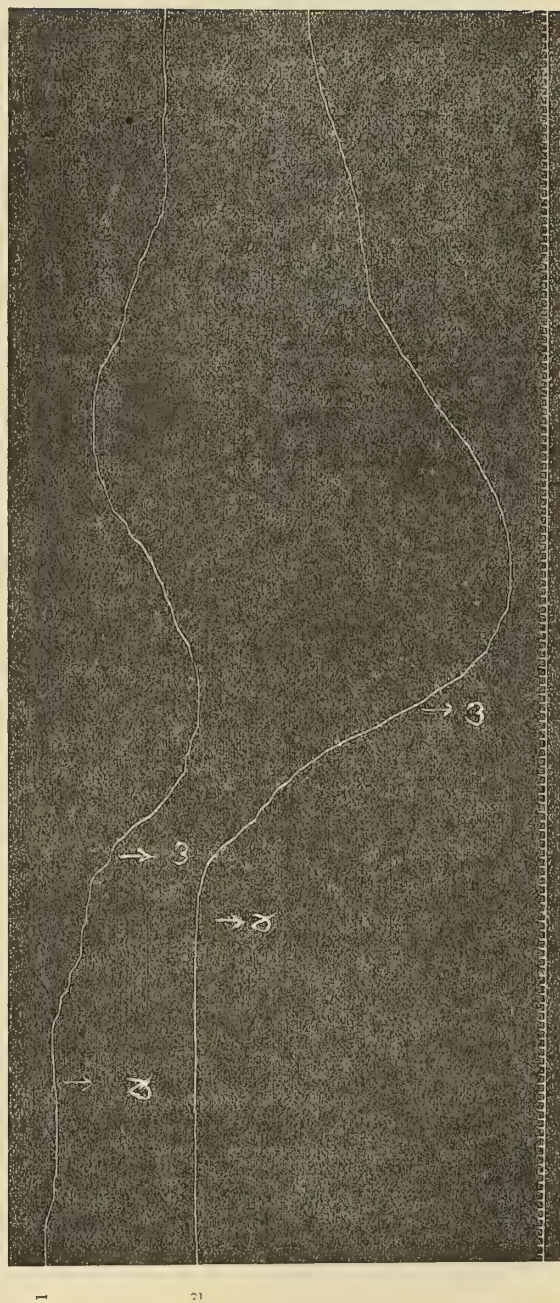



Fig. 17. — Cane curarizzato. Azione diretta del CO_2, da ↓ α in ↓ ω nella linea 1 sul muscolo retrattore del pene. Ripetesi la medesima esperienza nella linea 2 facendo agire direttamente il CO_2 sul muscolo retrattore.

Il muscolo è scoperto per forse un terzo della sua lunghezza nella parte del suo attacco sul pene. I moti spontanei sono poco pronunciati, come si vede nel principio della linea 1 nella fig. 17. Nel punto ↓ α applico l'imbuto di vetro sopra il muscolo e il CO_2 pel proprio peso comincia ad avvolgere il muscolo, poco dopo succede una contrazione ed in ↓ ω cessa l'azione della corrente del CO_2 e continua il raccorciamento del muscolo, il quale dopo ritorna alla lunghezza di prima e fa successivamente un'altra contrazione.

Dopo 6 minuti ripeto un'altra esperienza. I movimenti spontanei del muscolo retrattore sono poco evidenti in questo cane, come si vede nel principio della linea 2 nella fig. 17. In ↓ α applico l'imbuto mentre esce una forte corrente di CO_2 dal cilindro. La contrazione del muscolo è più forte. Quando cessa in ↓ ω l'amministrazione del CO_2, continua la retrazione del muscolo che dopo torna lentamente alla lunghezza primitiva.

Mi assicurai con ripetute esperienze che il CO_2 esercita un'azione eccitante sui muscoli lisci quando viene applicato localmente il gas. Ritornerò su questo argomento in una prossima Nota su l'azione che l'anidride carbonica esercita sui movimenti del cuore; ora esporrò le ricerche che feci sui muscoli estirpati, servendomi del gas CO_2 compresso.

Esperienze col CO_2 *sui muscoli lisci estirpati dal corpo.*

Un pezzo di muscolo retrattore del pene preso dal cavallo, o dal bue, veniva chiuso in un cilindro di vetro con pareti spesse, come è rappresentato in *A* nella fig. 18. La parte superiore ed inferiore di questo cilindro lungo mm. 220 col diametro di mm. 90 erano arrotate e levigate collo smeriglio in modo da essere perfettamente piane e parallele. Due dischi di metallo portano una scanalatura circolare sul fondo della quale vi era un disco di cuoio spalmato con grasso; le due scanalature avevano lo stesso diametro che ha lo spessore del vetro del cilindro il quale entrando in esse chiudeva ermeticamente. Ciascun disco era perforato da un tubo di metallo chiuso per mezzo delle chiavette *DE*. Il disco superiore aveva un'altra apertura nella quale stava fisso un termometro diviso in decimi per conoscere le variazioni della temperatura dentro il cilindro durante la compressione del CO_2. Per chiudere il cilindro durante le forti pressioni serve un telaio di ferro quadrangolare *BC*, il quale porta in basso una vite per mezzo della quale si comprimono fortemente i due dischi metallici sul bordo superiore ed inferiore del cilindro. Con tale apparecchio ho lavorato alla pressione di 10 atmosfere, ma per le ricerche sul CO_2 non ho mai oltrepassato le 3 atmosfere. Siccome i gas dilatandosi si raffreddano e si riscaldano comprimendosi, per evitare l'influenza delle variazioni di temperatura ho dovuto far passare il gas a traverso di un tubo di rame ripiegato come un serpentino che potevo scaldare o raffreddare nel recipiente *F*. Una bottiglia *G* con due tubulature piena di acqua serviva ad evitare l'essiccamento del muscolo, tenendo satura di vapore la corrente di aria o di gas che facevo circolare nel cilindro. Del muscolo si prendeva un pezzo lungo circa 10 centimetri: una legatura all'estremità superiore serviva per attaccarlo ad un uncino, e ad un'altra inferiormente si appendeva un peso di 20 grammi. Quando lavoravo col gas compresso, levavo la boccia di vetro *G*. Un pezzo di carta bibula piegato a più doppî,

lo bagnavo colla soluzione fisiologica e lo mettevo sul disco metallico inferiore per mantenere il cilindro nelle condizioni di una camera umida. I tubi che servivano per le congiunzioni erano di gomma a pareti molto robuste e fissati con legature di filo metallico. Una pinzetta a vite serviva per chiudere il tubo *H*. Ho tralasciato nel disegno le parti accessorie ed il sostegno che teneva immobile il telaio di ferro *BC*.

Per misurare le contrazioni ed i rilasciamenti del muscolo adoperai un catetometro. Siccome è pericoloso lavorare con apparecchi di vetro, quando questi devono

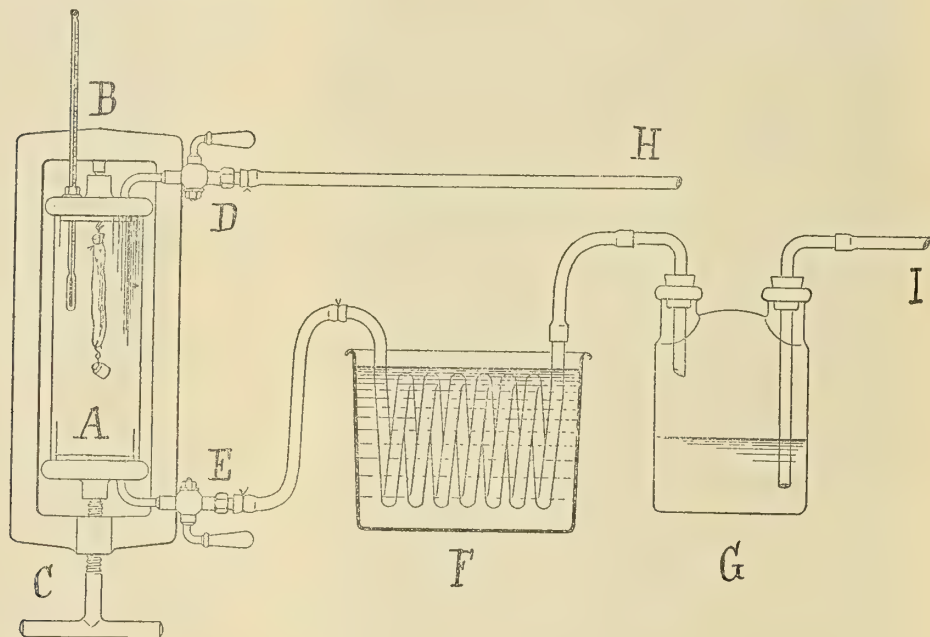



Fig. 18. — Apparecchio per studiare sotto forti pressioni l'influenza che esercitano i gas sul muscolo retrattore del pene estirpato.

sopportare forti pressioni, mi servivo come schermo di un telaio dentro la cornice del quale era incastrata una lastra di metallo dello spessore di 12 mm., alta m. 1,20 e larga m. 0,80; ai lati di questo telaio era fissa una reticella diferro zincato così che potevamo lavorare senza pericolo nel caso che scoppiasse il cilindro nelle forti pressioni. In molte esperienze lavorai con due cilindri e con due catetometri contemporaneamente, quando si trattava di studiare i movimenti che presentano le due metà di uno stesso muscolo. Siccome alcune di queste esperienze duravano oltre una settimana, fino alla putrefazione del muscolo, mi riusciva comodo aver due apparecchi per fare nello stesso tempo diverse esperienze.

Leggendo col catetometro ogni minuto la posizione del muscolo, ottenni delle serie di cifre che ridussi per maggior comodità in tavole grafiche. Guardando la fig. 19 e le seguenti, vediamo le escursioni compiute dall'estremità inferiore del muscolo. Il

tempo è segnato in minuti sulla linea delle ascisse. I numeri nelle ordinate segnano in millimetri gli allungamenti ed i raccorciamenti effettivi del muscolo.

Siccome il muscolo estirpato eseguisce spontaneamente, anche lasciato tranquillo, dei movimenti, volli assicurarmi se questi si producono contemporaneamente in tutta la sostanza del muscolo, o se hanno luogo solo in una parte del medesimo. A tale scopo infiggevo un ago nel muscolo che lo attraversava da una parte all'altra e quindi per mezzo del catetometro misuravo i cambiamenti di lunghezza delle due metà. A questo modo potei assicurarmi che spesso i mutamenti sono locali, e che una parte

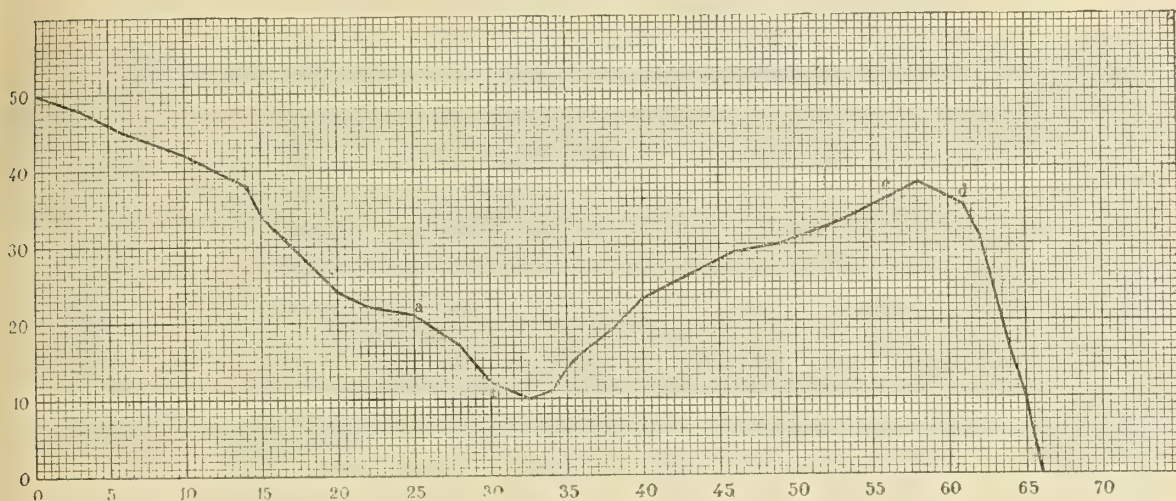



Fig. 19. — Rappresentazione grafica dei movimenti nel muscolo retrattore del pene. La linea segna sulle ordinate in millimetri i mutamenti in lunghezza come furono letti servendosi di un catetometro. Il muscolo era fissato all'estremità superiore, e la linea indica le escursioni fatte dalla estremità inferiore del muscolo alla quale era attaccato un peso di 20 grammi. Il tempo è scritto in minuti sulle ascisse. In *a b* passa il CO_2 alla pressione ordinaria che agisce fino in *c*, nel qual momento facendo passare una corrente di aria e mantenendo costante la temperatura, il muscolo torna ad allungarsi come faceva nel principio della curva.

del muscolo può accorciarsi, od allungarsi, mentre l'altra metà non si muove e conserva inalterata la sua lunghezza. Questo metodo serve anche per mostrare che nella medesima sezione del muscolo vi sono delle parti che si contraggono ed oltre che stanno in riposo, perchè l'ago non conserva sempre la sua posizione orizzontale; ma talora si inclina in un senso o nell'altro, secondo i moti che eseguiscono i fasci muscolari nel medesimo piano orizzontale.

Esperienza 7 novembre 1905, ore 9.

Il muscolo retrattore del pene di un cavallo viene preparato dopo 24 ore che era morto l'animale. Esportato il pene erasi portato al Laboratorio, dalla scuola veterinaria, mantenendolo nella notte ad una temperatura minima di circa 8°. Nel giorno successivo si prepara un pezzo di muscolo lungo circa 10 centimetri, che viene messo nel cilindro *A*, come trovasi rappresentato nella fig. 18.

Il muscolo si allunga con moto regolare, e dopo 35 minuti diviene 4 centimetri più lungo. Dopo 27 minuti in *a* passa la corrente di anidride carbonica da *a* in *b*. Per mezzo di una serie di ricerche precedenti conoscevo la temperatura che dovevo dare all'acqua nella quale era immerso il serpentino perchè non cambiasse la temperatura nell'interno del cilindro, e fossero costanti le condizioni dell'ambiente nel quale trovasi il muscolo per riguardo alla temperatura ed all'umidità. Per essere breve, non ripeto le cifre di questa parte dell' esperienza, limitandomi ad avvertire che la temperatura interna del cilindro era 18°,4 al principio.

Fig. 20. — Continuaziane dell'esperienza precedente nella quale si ripete l'azione del CO_2 alla pressione ordinaria da *a* in *c*. In *c* si leva il CO_2 per mezzo di una corrente di aria ed il muscolo torna ad allungarsi.

Nel primo tempo che agisce il CO_2 e caccia via l'aria, non osservai alcun movimento. In *b* essendo passati circa 20 litri di gas, si arresta il passaggio e viene chiuso il tubo *H*. Il muscolo subito dopo comincia a contrarsi e in 25 minuti si raccorcia di 3 centimetri. Nel punto segnato *c* comincia a passare aria, che si fa circolare per mezzo di un soffietto applicato sul tubo di gomma *I*. Guardando il termometro vediamo che la temperatura non cambia, ciò nulla meno succede un rapido allungamento del muscolo, di 4 centimetri in 5 minuti.

Trascorsa mezz'ora, il muscolo prese la posizione segnata nel principio della fig. 20. In *a* comincia a passare l'anidride carbonica colle solite cautele, perchè non cambi la temperatura. Il muscolo torna a contrarsi. In *b* cessa il passaggio del CO_2 e tutto il cilindro rimane pieno di questo gas. Il muscolo continua a contrarsi così che in meno di 20 minuti si raccorcia di oltre 4 centimetri.

In *C* faccio passare l'aria fino in *d* e vediamo che il muscolo si allunga di 5 centimetri in 6 minuti con un movimento simile a quello della figura precedente. In entrambi i casi il rilasciamento è più rapido della contrazione.

Queste due esperienze insieme ad altre simili che ho fatto e che tralascio di esporre perchè identiche nei risultati, dimostrano che l'anidride carbonica produce una contrazione del muscolo liscio anche dopo ventiquattro ore che il muscolo venne estirpato dal corpo; e che rimesso il muscolo nell'aria, succede un rapido allungamento.

Gas CO_2 *compresso.*

L'anidride carbonica agisce con maggiore intensità quando è compressa, come lo prova la seguente esperienza fatta sul muscolo retrattore del pene di un bue esaminato ogni giorno durante una settimana fino al principio della putrefazione.

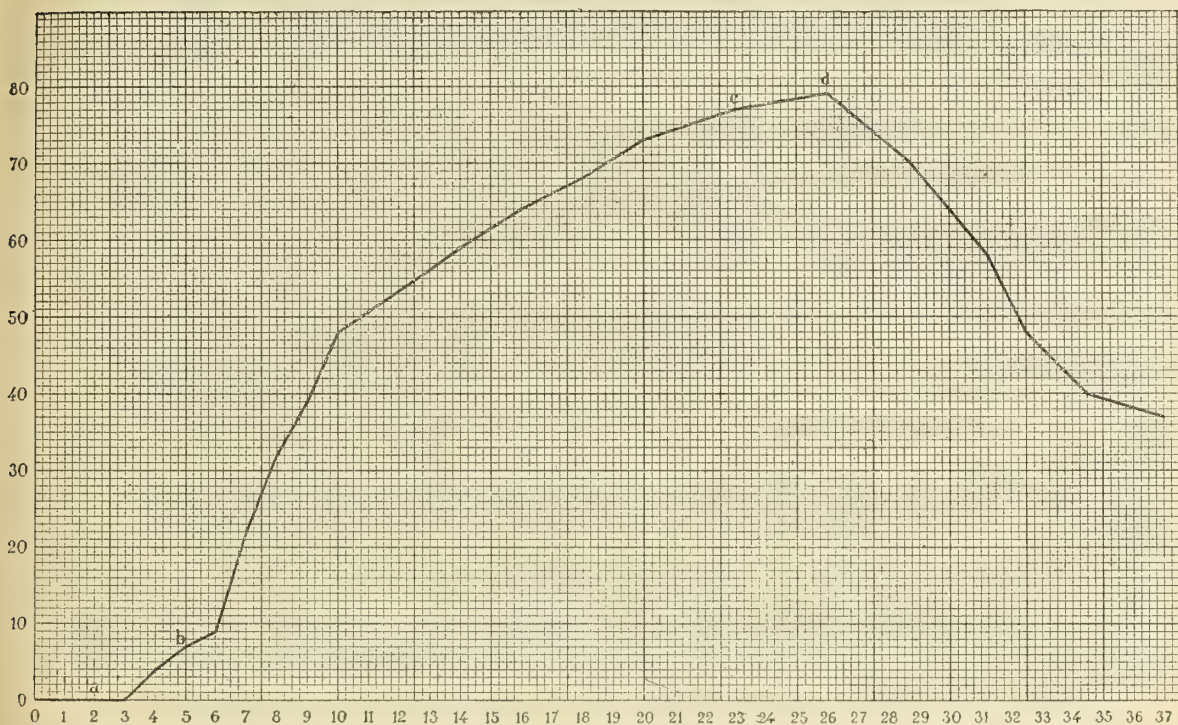



Fig. 21. — Azione del CO_2 compresso a 2 atmosfere da *a* in *c*. Da *c* in *d* si leva la pressione e per mezzo di una corrente d'aria si stabiliscono le condizioni primitive mantenendo costante la temperatura.

La fig. 21 rappresenta la contrazione e il rilasciamento successivo del muscolo per azione del CO_2 compresso e il ritorno all'aria normale. È un'esperienza fatta il 9 novembre. Al mattino si mandò all'ammazzatoio a prendere il pene di un bue ucciso verso le 10; e alle 14 preso un pezzo di muscolo lungo 15 centimetri, venne messo nel cilindro attaccandovi un peso di 20 grammi. Dopo aver osservato durante 10 minuti che la lunghezza del muscolo non cambia; incomincia la fig. 21. La parte inferiore del peso che serve come segno nella lettura per mezzo del catetometro trovasi a mm. 82. Nella fig. 21 tale punto corrisponde a 0 e i numeri sulle ordinate segnano i millimetri della contrazione del muscolo. Sull'ascissa il tempo è segnato in minuti. La temperatura nel cilindro è 18°,9. In *a* comincia a passare il gas CO_2, prima caccio fuori l'aria dall'apparecchio facendo passare circa 15 litri di anidride carbonica

e dopo chiudo lentamente il tubo *H* per mezzo di una pinzetta a vite, in modo che la pressione del gas nel cilindro cresca gradatamente, mentre continua a passare il gas. Dopo 4 minuti chiudo completamente la pinzetta e lasciando aperta la chiavetta del bidone dove è contenuto il gas, leggo che sono rimaste 2 atmosfere, donde conchiudo che anche il muscolo si trova in un'atmosfera di CO_2 corrispondente a 2 atmosfere.

Dalle osservazioni fatte sul termometro sono sicuro che non è cambiata la temperatura nell'interno del cilindro dove c'è il muscolo = 17°,5.

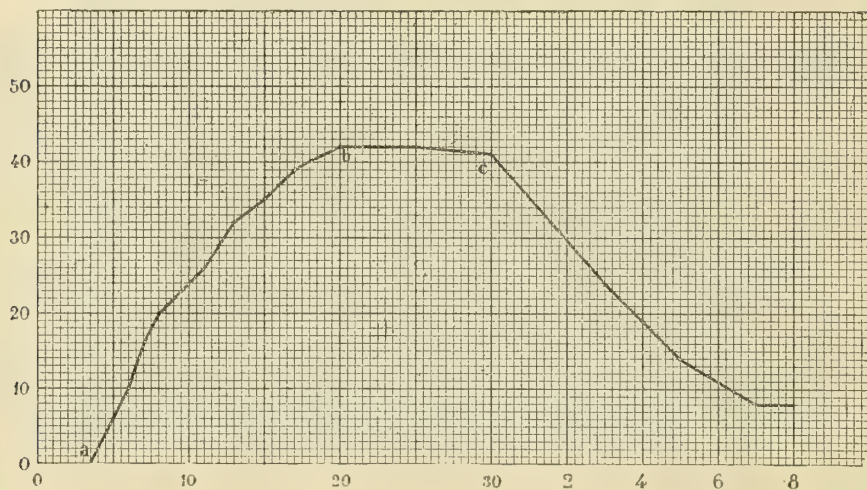



Fig. 22. — Il medesimo muscolo. Dopo 24 ore si fa agire il CO_2 da *a* in *b* alla pressione ordinaria ed il muscolo torna a contrarsi; da *b* in *c* si fa passare aria atmosferica

La fig. 21 mostra che vi fu un raccorciamento di 8 centimetri. In *c d* cessa la pressione del gas che faccio uscire lentamente dopo aver chiuso la comunicazione del cilindro *A* col bidone pieno di CO_2 compresso. Appena il muscolo è tornato alla pressione normale, faccio passare dell'aria nel cilindro per mezzo di un soffietto messo in comunicazione col tubo *I* dell'apparecchio, e continuo la ventilazione per 5 minuti in modo da essere sicuro che la corrente dell'aria porti via tutto il CO_2.

Questa esperienza è pei suoi risultati simile alle precedenti, dove il CO_2 agiva alla pressione ordinaria, solo che in questa la contrazione è più intensa ed il raccorciamento maggiore. Cessata l'azione del CO_2 il muscolo non torna completamente come nelle esperienze precedenti alla sua lunghezza.

Dopo 24 ore provo nella fig. 22 l'eccitabilità del muscolo con l'anidride carbonica alla pressione ordinaria. Nella notte la temperatura non scese sotto 16°, perchè faccio le esperienze in una stanza del Laboratorio scaldata col calorifero centrale. Quando comincia l'osservazione, il muscolo è 5 mm. più corto che nell'esperienza precedente ed al catetometro leggo 8,7. In *a* comincia a circolare l'anidride carbonica, continua a passare fino in *b* e succede una contrazione di 4 centimetri. Dopo faccio circolare aria e il muscolo non ritorna subito ad allungarsi. In *c* sospendo l'osservazione, e leggendo

col catetometro ogni 2 ore, trovo che il muscolo dopo 6 ore è quasi tornato alla lunghezza di prima.

Dopo due giorni e 4 ore che l'animale fu ucciso, fig. 23, faccio agire l'anidride carbonica a 3 atmosfere. Il muscolo era sempre rimasto nel cilindro ad una temperatura che scendeva nella notte fino a 16° e che di giorno saliva al massimo a 19°. In *c'* il catetometro segna 11,6, il muscolo si è un po' raccorciato da ieri. In *c'* è finita l'operazione di far passare il CO_2 nel cilindro e si chiude la chiavetta *H*. La pressione letta sul manometro del cilindro che rimane in comunicazione col bidone del

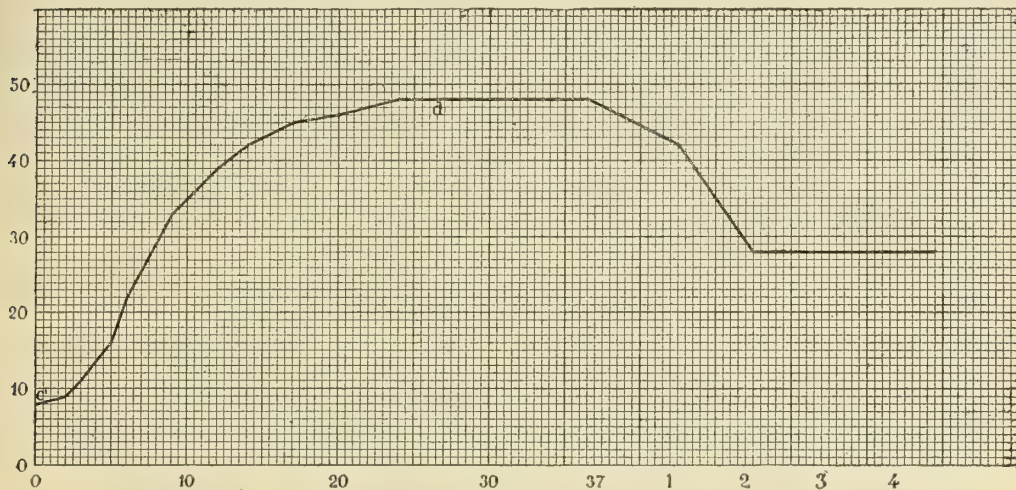



Fig. 23. — Azione del CO_2 a 3 atmosfere due giorni dopo la morte. Da *c* in *d* viene fatta la pressione rimanendo costante la temperatura; in *d* ritornasi alla pressione barometrica normale e si fa circolare l'aria.

gas compresso, segna 3 atmosfere. La contrazione del muscolo raggiunge i 4 centimetri. In *d* cessa la pressione del gas e comincio a far passare aria per mezzo del soffietto. In *e* cessa l'osservazione e leggo la lunghezza del muscolo ogni ora, mentre il muscolo si allunga, ma anche questa volta per l'azione intensa del CO_2 il muscolo torna più lentamente ad allungarsi e lo fa in modo incompleto.

Dopo tre giorni e 4 ore, fig. 24, essendo rimasto il muscolo sempre nelle stesse condizioni, si è allungato di 6 mm., ed il catetometro segna 11. In *f* sono compiute le manipolazioni e chiusa la chiavetta *H*, il muscolo trovasi sotto la pressione di 2 $^1/_2$ atmosfere CO_2; esso si è però contratto meno che nelle esperienze precedenti. In *g* faccio cessare la pressione e comincia a circolare l'aria comune. Continuo per un'ora l'osservazione ed il muscolo si è allungato solo di 7 mm. Dopo *h* faccio le osservazioni ogni due ore; ed il muscolo in 4 ore si allunga appena di 4 mm.

Il catetometro segna 8,9, il muscolo si è allungato di 21 mm., siamo al quarto giorno dopo la morte fig. 25; faccio agire nuovamente il gas CO_2 compresso a 3 atmosfere. In *i* sono finite le operazioni per mettere il muscolo sotto la pressione del gas senza che cambi la temperatura, e vediamo che il muscolo sente ancora l'azione dell'anidride carbonica e si contrae. In *l* cessa la pressione e faccio passare una corrente di aria

come al solito per cinque minuti col soffietto per eliminare CO_2, per 10 minuti il muscolo non si muove. Sospendo in *m* le osservazioni e leggo il termometro ogni 2 ore. Il muscolo si allunga di più che nell'osservazione precedente. Questo prova che dopo 4 giorni dalla morte il muscolo liscio conserva ancora le sue proprietà vitali.

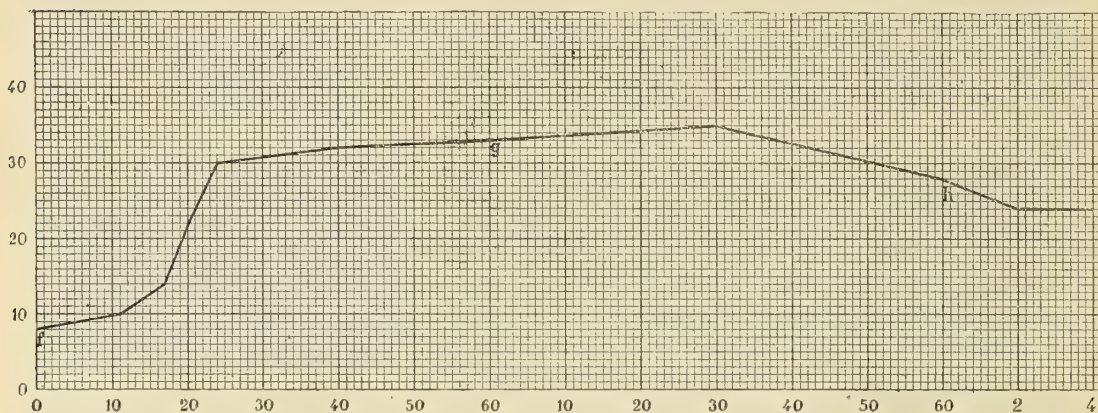



Fig. 24. — Tre giorni dopo la morte. Azione del CO_2 compreso a 2 ½ atmosfere. In *g* si fa cessare la pressione del gas e circola aria atmosferica.

Il quinto giorno è cominciata la putrefazione, l'aspetto del muscolo non è cambiato; il muscolo si allunga di 11 mm. ed al catetometro leggesi 7,8. Quando cir-

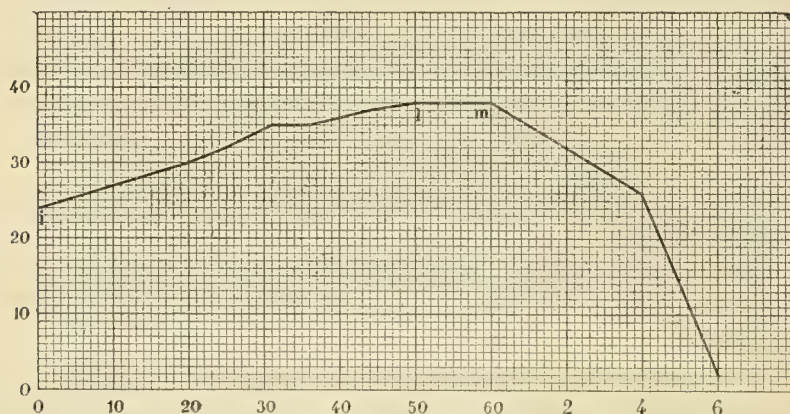



Fig. 25. — Quattro giorni dopo la morte. Azione del CO_2 compresso a 3 atmosfere da *i* in *l*. In *m* è ritornata la pressione ordinaria e circola aria.

cola il CO_2 sento nel principio l'odore di putrefazione. In *n* sono finite le operazioni per mettere il muscolo sotto pressione e il bidone del CO_2 compresso che sta in comunicazione col cilindro *A* del muscolo segna 3 atmosfere, nello spazio di 1,40′ che il muscolo trovasi alla pressione di 3 atmosfere compie una contrazione di 2 centimetri. In *p* cessa la pressione e si fa passare la corrente di aria per rimuovere il CO_2 ed il muscolo torna ad allungarsi, così che in 6 ore torna alla lunghezza di prima.

Lasciato in posto il muscolo continua ad allungarsi, e al catetometro leggesi 7. Faccio agire nel sesto giorno l'anidride carbonica compressa; appena circola il CO_2 nel cilindro *A* si sente dal tubo donde esce un forte odore di putrefazione. In *r* dopo 10 minuti venne chiuso il tubo *H* e il muscolo si trova sotto la pressione di 3 atmo-

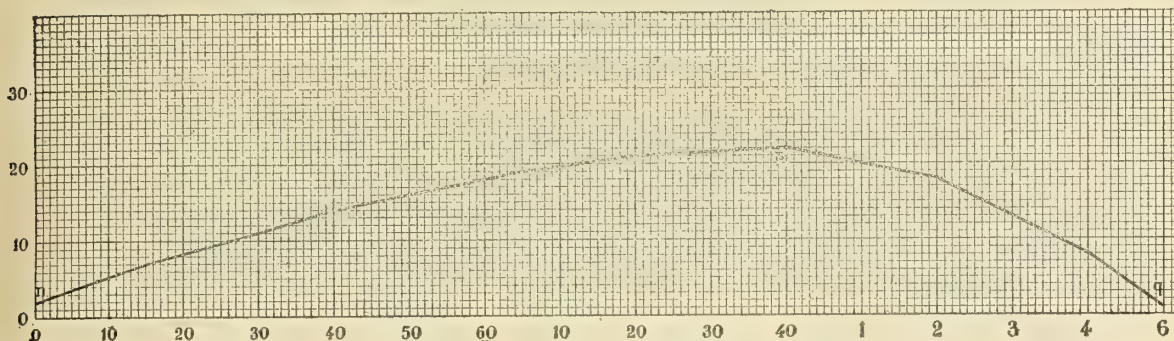



Fig. 26. — Quinto giorno dopo la morte. Azione del CO_2 compresso a 3 atmosfere da *n* in *p*. Qui cessa la pressione e circola aria. Il muscolo si rilascia.

sfere di CO_2 ed in un'ora si raccorcia di 5 mm. Dopo altri 30 minuti il muscolo si raccorcia ancora di 3 mm. In *S* cessa la pressione e faccio circolare l'aria normale

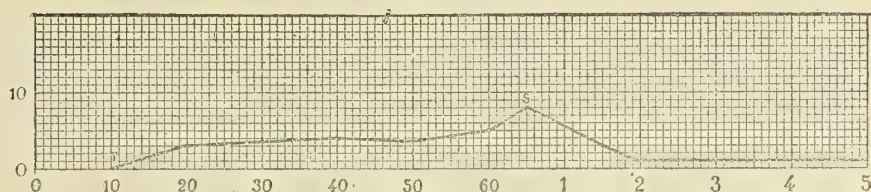



Fig. 27. — Sesto giorno. Azione del CO_2 compresso a 3 atmosfere da *r* in *s*.

per mezzo del soffietto e il muscolo torna ad allungarsi, così che dopo 2 ore aveva raggiunto quasi la lunghezza primitiva.

Nel 7° giorno ho ripetuto la stessa esperienza, ma il gas CO_2 compresso non ebbe più effetto. Il muscolo era completamente morto.

Pure interessanti riuscirono queste osservazioni per riguardo alla rigidità. È questo un argomento del quale si occupa attualmente il dott. Carlo Foà, al quale son grato di avermi aiutato in queste esperienze. Nelle figure che ho riprodotto segnai sulle ordinate in millimetri il valore delle contrazioni nei singoli giorni, senza tenere calcolo della lunghezza che aveva il muscolo in ogni giorno. Queste le indicai nel testo e qui le riepilogo:

Fig. 21 = 8,2 — fig. 22 = 8,7 — fig. 23 = 11,6 — fig. 24 = 11 — fig. 25 = 8,9 — fig. 26 = 7,8 — fig. 27 = 7.

Donde vediamo che il muscolo liscio nei primi due giorni dopo la morte tende a raccorciarsi; ma la contrazione permanente di tre centimetri è molto più intensa che non sia stato il primo effetto del CO_2 che produsse un raccorciamento di 8 centimetri.

Dopo, il muscolo tende ad allungarsi e quando è certamente morto è 12 mm. più lungo che non fosse al principio dell'esperienza. Viene spontanea la domanda se tale differenza rappresenti il valore del tono muscolare, ed in tal caso sarebbe una cifra poco significante. Come pure dal decorso di questa esperienza e di altre simili siamo indotti a dubitare che non esista la rigidità cadaverica pei muscoli lisci, e questa è una questione tanto importante che merita uno studio speciale.

Conclusione.

Nella prima parte si è veduto che il muscolo retrattore del pene eseguisce gli stessi movimenti spontanei che avevo studiato nei muscoli lisci della vescica e dei vasi sanguigni dell' uomo.

Il muscolo retrattore del pene reagisce agli eccitamenti psichici per mezzo di contrazioni simili a quelle che osservai nei vasi sanguigni e nella vescica.

Le esperienze della seconda parte, ed altre simili che ho ripetuto con identico risultato studiando il muscolo retrattore del pene del cavallo, mostrano che anche negli organi staccati dal corpo, l' anidride carbonica produce una contrazione dei muscoli lisci. Risultò evidente la grande vitalità dei muscoli lisci, che anche mantenuti ad una temperatura che oscillava intorno ai 16° come *minimum*, e a 18° o 19° come *maximum*, rimanendo sospesi nell'aria, o nel gas CO_2, conservano l'eccitabilità sei giorni dopo la morte; e possono contrarsi sotto l'influenza del CO_2 quando già è cominciata la putrefazione. Dobbiamo per ciò estendere molto più di quanto non si ammetteva generalmente fino ad ora, il limite del tempo nel quale i muscoli lisci si mantengono ancora eccitabili dopo la morte. Le presenti esperienze dimostrano che anche quando già è cominciata la putrefazione in un muscolo liscio, questo può ancora contrarsi.

RELAZIONE

letta dal Socio Ròiti, relatore, a nome anche del Socio Blaserna, nella seduta del 5 novembre 1905, sulla Memoria del dott. L. Puccianti, avente per titolo: *Esperienze sulla dispersione anomala dei vapori metallici nell'arco elettrico alternativo, che illustrano la questione degli spettri molteplici di un elemento.*

Già in precedenti lavori il dott. Luigi Puccianti era ricorso al fenomeno dell'interferenza per istudiare la dispersione anomala dei vapori metallici sia nella fiamma, sia nell'arco voltaico. Egli faceva interferire due fasci di luce uno dei quali attraversava quei vapori e l'altro no, proiettava l'imagine reale delle frange sulla fenditura dello spettrometro ed osservava ad occhio oppure fotografava lo spettro solcato longitudinalmente da esse frange più o meno incurvate nei dintorni delle varie righe d'assorbimento. E siccome, seguendo la teoria della risonanza, la dispersione anomala dipende dalla *costituzione* e non dall'*eccitazione* dei vibratori, così egli pensò fin d'allora che col suo metodo interferenziale, applicato all'arco alternativo, si potesse riconoscere se in corrispondenza al minimo della corrente, quando scompare una data linea, sia anche scomparso il vibratore, oppure se questo continui ad esser presente senza venir eccitato.

Ora, interponendo nel tragitto del fascio un disco stroboscopico, e vincendo delle gravi difficoltà sperimentali, è riuscito a prendere su una stessa lastra, con circa un secondo di posa, le fotografie alternativamente in fase di massimo e di minimo pei vapori del calcio e dello stronzio: e da esse apparisce che la dispersione anomala in vicinanza di alcune righe corte è quasi nulla nella fase di minimo e ben pronunziata in quella di massimo, indicando che i vibratori sussistono con densità considerevole solamente in questa condizione; mentre alcune righe lunghe offrono spesso un andamento inverso dal quale si può dedurre che i vibratori di esse righe comincino a disfarsi nella condizione di massimo.

L'A. discute con profondità e sagacia le particolarità che presenta questo interessante fenomeno, e dimostra in modo convincente come l'eccitazione diversa non basti a spiegare la molteplicità degli spettri, ma sia necessario ammettere anche un'alterazione del vibratore.

Poichè la dimostrazione riposa tutta sulle fotografie, importa sottoporne al lettore una riproduzione fedele il più possibile per mezzo di una tavola litografata. Quindi i sottoscritti propongono all'Accademia che la Nota del Puccianti, sebbene non oltrepassi i limiti regolamentari pei Rendiconti, sia accolta integralmente nei volumi delle Memorie.

Esperienze sulla dispersione anomala dei vapori metallici nell'arco elettrico alternativo, che illustrano la questione degli spettri molteplici di un elemento.

Nota del dott. LUIGI PUCCIANTI.

(Con una tavola).

---

1. In fine di una mia recente pubblicazione [1], dopo aver esposta succintamente la parte più accettabile della ipotesi di *dissociazione* del Lockyer, rilevavo come il mio metodo interferenziale per lo studio della dispersione anomala possa servire meglio che non le esperienze di emissione e di inversione a provare la rispondenza al vero di quella ipotesi. « Si tratta, dicevo, di confrontare la dispersione anomala nella fase di minimo e in quella di massimo dell'*arco con corrente alternata* per varie righe di uno stesso metallo. Questa, dipendendo dalla *costituzione*, e non dalla *eccitazione*, ci potrà dare il modo di riconoscere se nel minimo quando scompare la riga è anche scomparso il vibratore, o se esso è presente senza venire eccitato ».

Ora, prima di descrivere come l'esperienza è stata da me eseguita, voglio precisare meglio il significato delle parole *costituzione* ed *eccitazione*, ricordando e illustrando un po' largamente quello che dice il prof. A. Garbasso [2] su questo argomento.

Il considerare in un corpo l'una dall'altra cosa distinta e come indipendente, potrebbe parere uno sforzo per separare il corpo stesso dalle sue condizioni e proprietà, le quali sono il solo obietto delle nostre cognizioni scientifiche, quasi un tornare alla distinzione scolastica di sostanze e accidenti; e quindi queste espressioni, *costituzione* ed *eccitazione* potrebbero parere non solo mal definite, ma anche irrazionali, e non scientifiche.

Ma invece ad esse si può dare un significato matematico preciso, quando, seguendo l'attuale indirizzo scientifico, si immagini, e sia pure in un modo del tutto generale, un modello cinematico, (materiale o elettromagnetico) dell'emissione luminosa.

2. Pensiamo il vapore costituito da sistemi capaci di vibrare con determinati periodi. La posizione a un istante sarà individuata dai valori di certe variabili; e potremo stabilire un sistema di equazioni differenziali ordinarie o alle derivate par-

[1] Nuovo Cimento, serie V, tomo IX, pag. 303, 1905.

[2] Memorie dell'Accademia delle Scienze di Torino (2), vol. 53, pag. 127, 1993; vol. 54, pag. 402, 1904; Nuovo Cimento, serie V, tomo IX, pag. 31, 113, 1904.

ziali, che si potranno considerare come *equazioni del movimento*. La indeterminazione contenuta nella loro soluzione generale dovrà poi esser colmata dalle condizioni iniziali.

Qualunque sia il principio o il congegno secondo cui si immagina costituito il vibratore, la trattazione analitica seguirà questo schema comune ai problemi del movimento.

D'altra parte le equazioni differenziali saranno la rappresentazione analitica della *costituzione*, e le condizioni iniziali della *eccitazione*. E così queste due espressioni risultano giustificate e precisate in modo scientifico.

3. Ma si può pensare che l'agente fisico stesso che opera l'eccitazione, possa modificare anche la costituzione, se esorbita da certi limiti; come un colpo di martelletto troppo forte può scordare uno strumento, e fargli rendere una nota diversa dalla primitiva. Allora si produrrà una mutazione duratura o passeggera nelle equazioni differeziali.

Tutto ciò riguarda la produzione delle oscillazioni, e qui non ci occupiamo della loro propagazione nel mezzo ambiente.

Ora, quando da uno stesso elemento otteniamo, in condizioni diverse, righe diverse (o le stesse righe con intensità sproporzionate) la cosa si può spiegare in due modi distinti:

1° Le nuove condizioni fisiche modificano solo le condizioni ai limiti, rimanendo le stesse le equazioni differenziali, cioè muta solo la *eccitazione*: sono presenti sempre tutti i vibratori, ma alcuni non vibrano più, e vibrano altri in vece loro.

2° Le nuove condizioni fisiche modificano anche le equazioni del movimento, cioè varia anche la *costituzione*: si disfanno alcuni vibratori, e se ne formano dei nuovi.

Questa seconda spiegazione equivale in sostanza alla ipotesi di dissociazione del Lockyer.

Ho voluto esporre per filo questi concetti in sostanza non nuovi, perchè il lettore apprezzi meglio il giusto valore di quanto segue.

4. Orbene, lo spettro di emissione da sè solo non ci può dare il modo, almeno direttamente, di conoscere quale delle due spiegazioni è la giusta. Similmente quando noi udiamo da una corda sonora prima una nota e poi la sua ottava, noi non possiamo dire per questo soltanto se, a fine di produrre il secondo suono, si è variata la tensione nel rapporto da 1 a 4, oppure se si è pizzicata la corda a un quarto della sua lunghezza smorzando con una penna la fondamentale; se sia cioè modificato il corpo sonoro o semplicemente il modo di metterlo in vibrazione. Ma noi potremo riconoscere la cosa mediante la risonanza. Se è il secondo caso, la corda risponderà ancora al suono primitivo; se è il primo, no. L'esperienza spettroscopica perfettamente analoga è quella della inversione delle righe: e in vero dall'insieme delle esperienze di tal genere, riesce appoggiata l'ipotesi del cambiamento di *costituzione*; ma esse non possono dare risultati molto chiari, perchè l'emissione e l'assorbimento sono sempre sovrapposti, e si intralciano a vicenda.

5. La presenza di vibratori con determinato periodo si manifesta ancora mediante il fenomeno della dispersione anomala, per le oscillazioni di periodo non molto diverso da quello caratteristico dei vibratori.

Ciò discende dalle varie teorie moderne della dispersione, ed è confermato da svariate esperienze. Ora il ricorrere a questo fenomeno anzi che all'assorbimento per riconoscere la presenza dei vibratori eccitati o no, offre nel nostro caso il notevole vantaggio di condurre a fare le osservazioni alquanto fuori della riga, e quindi di poter liberarsi dalla emissione del vapore esaminato.

Tal procedimento, per quanto applicabile solo a un numero più ristretto di righe, potrà condurre a un risultato più chiaro e decisivo.

6. La disposizione sperimentale da me ideata per raggiungere il fine propostomi è per necessità complicata assai.

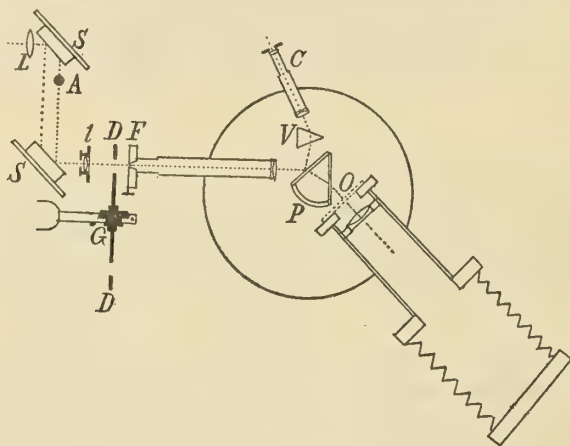



Fig. 1.

La fig. 1 rappresenta la parte ottica, e la fig. 2 la parte elettrica, separatamente per maggior chiarezza.

Il metodo ottico è quello stesso precedentemente descritto (1), *SS* sono gli specchi del refrattometro Jamin, *A* l'arco elettrico in esame, *L* la lente collettrice dei raggi solari, *l* la lente acromatica che proietta le frangie reali su *F*, *P* il prisma a solfuro di carbonio, *O* l'otturatore della camera munita di un obbiettivo di Steinheil.

Il diaframma che riduce l'apertura di *l* ha un foro largo quanto l'immagine del sole che vi forma sopra la *L*, cosicchè esso, mentre lascia passare tutti i raggi solari, intercetta buona parte della luce emessa dall'arco. Questa invero darebbe senza di esso righe troppo forti, che col loro alone fotografico offuscherebbero le frangie appunto nei luoghi più caratteristici.

Il prisma di flint *V* e il piccolo canocchiale *C* servono per osservare a occhio l'immagine che si fissa sulla lastra fotografica.

Tutto ciò come nelle esperienze precedenti; di nuovo c'è il disco *DD* in cartone, forato vicino all'orlo da due piccole finestre situate alle estremità opposte di uno stesso diametro.

(1) Memorie della Società degli spettroscopisti italiani. Vol. XXXIII, pag. 133, 1904.

Esso è portato da una guarnitura metallica G imperniata nell'asse del convertitore di corrente quadripolare (costruito dalla casa Ganz) che dà la corrente alternata per l'arco.

Con una semplicissima manovra la guarnitura può venire impegnata alternativamente in due posizioni girate l'una rispetto all'altra di 45°; a ciò corrisponde uno spostamento di fase di un quarto di periodo per l'istante in cui una delle finestre passa davanti alla fenditura dello spettroscopio. Il disco poi si può girare nella guarnitura, e fissare in posizione opportuna. Esso adunque lascia passare la luce, ad ogni periodo della corrente alternata, per un brevissimo tempo corrispondente sempre alla stessa fase scelta arbitrariamente; e si può a volontà produrre di subito uno spostamento di questa fase equivalente a $^1/_4$ di periodo.

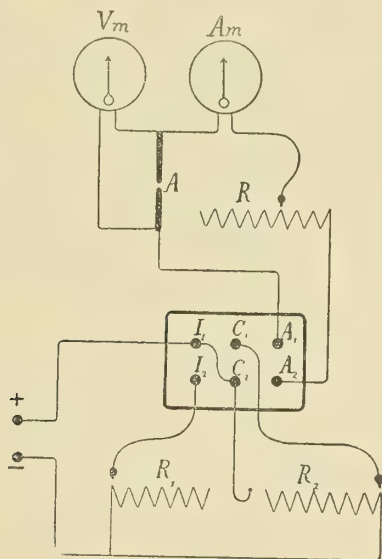



Fig. 2.

La lastra fotografica è scorrevole nel telaio dall'alto al basso, in modo che su di essa si possano prendere quattro immagini una sotto l'altra, a fine di istituire un doppio confronto tra le due fasi.

La disposizione elettrica (fig. 2) trasforma la corrente continua stradale a 150 volta, in corrente alternata per alimentare l'arco. La corrente continua è presa dai serrafili + e —, R_1 R_2 sono i due reostati di avviamento e del campo, I_1 I_2 sono i serrafili congiunti ciascuno ad una coppia di spazzole del collettore, C_1 C_2 sono gli estremi dell'induttore, A_1 A_2 i serrafili della corrente alternata, nel cui circuito è inserito un reostato R e l'arco A; Am è un amperometro e Vm un voltometro a filo caldo di Hartmann e Braun.

La velocità di rotazione dell'indotto è misurata da un tachimetro a forza centrifuga.

7. Non occorre descrivere per disteso l'aggiustamento dello spettrografo e del refrattometro; solo avvertirò che bisogna dare agli specchi una inclinazione tale, che

le frangie vengano in fuoco a una distanza dalla lente *l* assai maggiore della distanza focale di questa. Allora, disponendo i carboni colle loro punte in posizione opportuna, si riesce a fare in modo che l'immagine reale di queste si formi insieme colle frangie sulla fenditura dello spettrografo, e che questa coincida appunto coll'immagine dell'asse comune dei due carboni. Ciò è necessario per ottenere frangie ben nette, e nello stesso tempo serve ad assicurarci che i raggi presi in esame abbiano traversato tutti quanti il nucleo centrale dell'arco.

Non ricorderò tutte le difficoltà pratiche incontrate e le molte prove fatte per superarle, ma riferirò soltanto quelli espedienti che mi assicurarono la buona riuscita delle esperienze. L'ostacolo principale era opposto dal vacillamento delle frangie che da principio impediva di ottenere fotografie nette. Oltre a ridurre al minimo possibile il tempo di posa, cercando nella dispozione ottica la massima chiarezza, e adoperando lastre di grande rapidità (Lumière marca $\sum$), dovetti spendere cure speciali intorno all'arco elettrico. Perchè esso servisse bene al mio fine, era necessario che i carboni coi sali metallici non contenessero umidità, la quale svolgendosi in vapore rende irregolare il funzionamento dell'arco; e bisognava evitare le correnti di aria calda che salgono lungo i carboni arroventati.

Questo si otteneva per mezzo di due manicotti metallici a circolazione di acqua, nei quali erano infilati i carboni, sporgendone però di una porzione sufficiente per evitare un dannoso raffreddamento degli estremi. Bisognava pure prevenire lo scotimento e l'agitazione dell'aria prodotta dal convertitore in moto.

La posizione conveniente del disco era cercata a tentativi. Essa risultò con buona approssimazione corrispondente alle fasi in cui la intensità di corrente è massima e zero ([1]), e per essa gli spettri di emissione presentano la massima diversità.

8. Una serie di quattro fotografie sulla stessa lastra alternativamente in fase di massimo e di zero, ciascuna con posa di 1^s a 2^s si faceva in rapida successione, cosicchè le condizioni dell'arco non avevano tempo di variare notevolmente. In fine si leggevano le indicazioni dell'amperometro, del voltometro e del tachimetro.

Feci molte di tali quaderne di fotografie per due elementi: lo *stronzio* e il *calcio*.

I cloruri di questi metalli precedentemente fusi, pestati e misti a grafite, erano pressati entro a carboni di 8 mm. ai quali si era preventivamente tolta la miccia; questi poi si arroventavano per cacciare ogni traccia di umidità. Essi dovevano di tanto in tanto venire scorciati e riappuntati quando si mostravano impoveriti di sale alle estremità.

9. Piuttosto che riferire dei numeri, i quali si potrebbero ricavare con misure dalle mie fotografie, credo preferibile di riprodurre alcune di queste convenientemente in-

([1]) Ciò fu verificato servendosi della rotazione del piano di polarizzazione che la corrente dell'arco produceva in un pennello di luce, il quale passava dalle finestre del disco rotante medesimo. Esso attraversava una colonna di solfuro di carbonio compresa tra due nicol e circondata da un'elica di filo di rame, per la quale si poteva far passare la corrente. Queste parti ottiche si potevano spostare, e così si cercava per tentativi la posizione dell'indotto e del disco corrispondente alla intensità zero. Preferii questo metodo perchè assai comodo e sbrigativo, e per il mio caso abbastanza preciso.

grandite (v. la tavola). Le prime due sono termini consecutivi di una quaderna fatta collo stronzio, e le altre due di una quaderna fatta col calcio; le immagini sono positive.

Lo spettro di emissione dello stronzio ha nella regione studiata le sue tre righe più importanti: la riga $\lambda = 460,7506$ (¹) di bassa eccitazione, presente anche nella fiamma del becco Bunsen, e *lunga* (²) nell'arco, e le righe di alta eccitazione $\lambda = 421,5688$ e $\lambda = 407,7876$ che compaiono nell'arco più brevi e meno invertite della precedente. Nell'arco alternativo l'intensità della prima varia poco dalla fase di zero a quella di massimo, le altre due nella fase di zero si estinguono quasi.

Il calcio presenta pure tre righe di emissione molto importanti: quella corrispondente alla *g* solare ($\lambda = 422,6898$) di bassa eccitazione, e le due corrispondenti a H e K (rispettivamente $\lambda = 396,8617$, $\lambda = 396,3809$) che sono di alta eccitazione (rientrano tra le righe dette da Lockyer *rafforzate* « *enhanced* »). Nell'arco alternativo si comportano per il cambiamento di fase in modo analogo a quelle dello stronzio: e precisamente *g* come la 461, H e K come le 421 e 408.

Orbene, esaminiamo l'andamento della dispersione anomala che accompagna queste righe, quale risulta dalle fotografie della tavola (³).

Per le righe di alta eccitazione dello stronzio 421 e 408 si osserva che l'incurvamento delle frangie è appena percettibile nella fase di zero: è invece assai esteso in quella di massimo. Per le righe di alta eccitazione del calcio H K si ha un comportamento simile, ma ancor più pronunziato, perchè nella fase di zero non si mostra incurvamento sensibile, e in quella di massimo esso è notevolissimo.

Lo stesso si osserva in tutte le numerose fotografie fatte in varie condizioni di densità del vapore metallico, di intensità della corrente, di numero di alternazioni.

10. Questo risultato, se si tien presente quanto ho detto in principio, mostra in modo chiaro che nel passare dall'una all'altra fase si ha un cambiamento non solo di eccitazione, ma anche di costituzione, e precisamente che i vibratori di queste righe non sussistono con notevole densità che nella fase di massimo.

Potrebbe nascere il dubbio che ciò dipendesse dall'essere la densità e sezione del vapore di stronzio (considerato come un tutto unico) maggiore nella fase di corrente massima; ma oltre che l'effetto sarebbe troppo sproporzionato alla causa, il dubbio è tolto dal comportamento delle righe di bassa eccitazione, cioè la 461 dello stronzio e la *g* del calcio. Per esse nelle fotografie qui riprodotte si riconosce un cambiamento inverso: la curvatura è alquanto più ampia per la fase di zero che per quella di massimo. Veramente le frangie nella fase di zero sono anche un po' sfumate nella immediata vicinanza della riga. Ciò dipende da varie circostanze estrin-

(¹) Questa lunghezza d'onda come le altre è tolta dall'*Étalon Rowland*, riprodotto nel *Recueil de Données Numériques-Optiques* par H. Dufet, premier fascicule, Paris, 1898.

(²) Per la distinzione delle righe *lunghe* e *brevi* cfr. N. Lockyer, *Studi di analisi spettrale* (traduzione italiana) pag. 47 e seg.

(³) Spostamenti delle frangie verso il basso indicano aumenti, verso l'alto diminuzioni dell'indice di refrazione.

seche, quali la maggiore incostanza dell'arco in prossimità del momento in cui la corrente si annulla, che si fa sentire maggiormente a causa della larghezza non trascurabile delle finestrelle del disco, l'assorbimento del vapore che indebolisce uno dei raggi interferenti [1]. Ma si riconosce facilmente che per queste righe le frangie nella seconda e quarta immagine deviano dalla linea retta ad una distanza assai più grande dalla lunghezza d'onda caratteristica, che nella prima e terza immagine.

Adunque la densità dei vibratori 461 dello stronzio e *g* del calcio è minore nel massimo, cioè essi, sottoposti a un alto grado di eccitazione, cominciano a disfarsi.

11. Questo comportamento è per le righe di bassa eccitazione il più caratteristico e si riscontra nel maggior numero dei casi; ma nelle fotografie fatte con grande densità di vapore (cioè con carboni molto carichi di sale nei primi momenti del loro uso) si ottiene invece anche per queste righe un piccolo aumento della dispersione anomala passando dalla fase di zero a quella di massimo, piccolo aumento non comparabile a quello notevolissimo dato dalle righe corte.

Neanche in questo caso può darci di ciò una spiegazione sufficiente l'aumento di densità del vapore metallico considerato come unico, oppure l'aumento di sezione dell'arco, perchè esso si verificherebbe indifferentemente tanto con arco molto carico quanto con arco poco carico. La spiegazione più probabile sta nella maggiore conduttività dell'arco quando è più ricco di vapori metallici, la quale porta un notevole abbassamento di tensione e un aumento di intensità, e quindi di sezione del vapore incandescente; dimodochè l'energia dissipata per unità di volume risulta minore. Il grado di temperatura o meglio di eccitazione è adunque generalmente minore, e quindi anche nel massimo della corrente non giunge a produrre la scomposizione del vibratore [2]. Ad ogni modo è bene ripetere che questo piccolo aumento nella dispersione anomala per le righe lunghe non è confrontabile con quello grandissimo presentato contemporaneamente dalle righe corte.

12. Tale spiegazione si applica bene anche a quest'altra esperienza che ho fatta servendomi di due carboni preparati nel solito modo con cloruro di sodio, i quali si prestano bene per osservare grado a grado l'influenza della densità del vapore metallico.

Appena si comincia ad usarli per produrre l'arco, la dispersione anomala corrispondente alle righe D appare enorme e non varia quasi affatto collo scambio della fase; però a mano a mano che i carboni si impoveriscono, cresce la f.e.m. efficace, e diminuisce l'intensità efficace perchè diminuisce la densità del vapore di sodio nell'arco.

Ciò porta un incurvamento sempre meno esteso nelle frangie, e lo scambio del disco produce via via un effetto più notevole, mostrandosi maggiore la dispersione anomala nella fase di zero. La qual cosa indica che il sistema vibratorio corrispon-

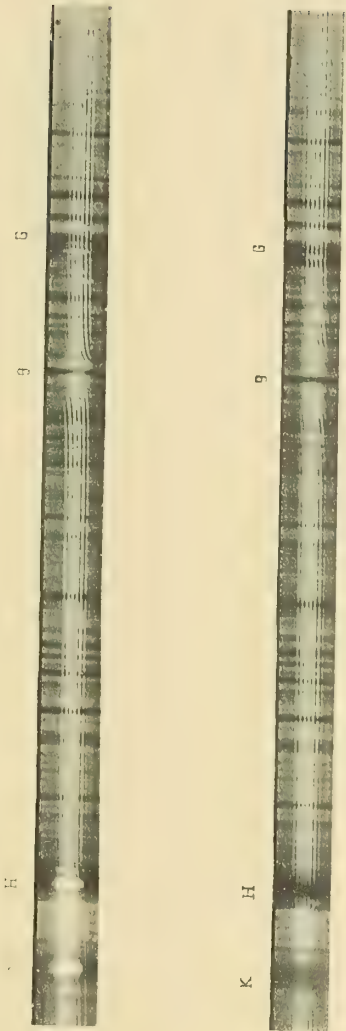
(1) E invero questo assorbimento va di pari passo colla dispersione anomala, ed è maggiore nella fase di minimo.

(2) È un fatto noto che qui torna a proposito citare, come l'arco con piccola intensità di corrente presenti aspetti più simili a quelli di scintilla che non l'arco a grande intensità.

dente alle due righe D_1 D_2 comincia a scomporsi a un grado di eccitazione assai elevato; come quelli delle righe lunghe dello Stronzio e del Calcio.

13. Con queste esperienze credo di esser giunto a provare in modo chiaro e decisivo come il solo cambiamento di eccitazione non basti a spiegare la molteplicità degli spettri, ma, almeno in alcuni casi, bisogni ammettere anche un cambiamento di costituzione.

I miei più vivi ringraziamenti al prof. Antonio Ròiti direttore del Gabinetto di Fisica del R. Istituto di Studi Superiori nel quale ho compiuto queste ricerche, usando di non comuni mezzi sperimentali.

Firenze, ottobre 1905.

DISPERSIONE ANOMALA DI VAPORI METALLICI NELL'ARCO CON CORRENTE ALTERNATA

FOTOT. DANESI - ROMA

RELAZIONE

letta dal Socio G. STRÜVER, relatore, a nome anche del Corrispondente A. SELLA, nella seduta del 7 gennaio 1906, sulla Memoria del dottor UGO PANICHI, avente per titolo: *Sulle variazioni dei fenomeni ottici dei Minerali al variare della temperatura.*

Il dott. Ugo Panichi si è dedicato da molto tempo allo studio del comportamento ottico dei cristalli al variare della temperatura ed i suoi lavori furono già apprezzati ed accolti dall'Accademia. La Memoria da lui presentata contiene appunto nuove ricerche in questa direzione.

In una introduzione egli precisa chiaramente il concetto della dispersione termocroica, introduce due tipi di dispersione degli assi ottici riuscendo così a raggruppare sotto un punto di vista sistematico ed ordinato il comportamento della dispersione colla lunghezza d'onda e colla temperatura. Passando poi alla parte sperimentale egli riferisce sulle proprie osservazioni eseguite con apparecchi da lui opportunamente adattati alle ricerche a basse temperature, grazie ai quali appaiono abilmente superate le difficoltà pratiche inerenti a ricerche di simile genere. Le osservazioni riguardano determinazioni di indice di rifrazione, di angolo degli assi ottici e di potere rotatorio; i minerali studiati sono la *Calcite*, il *Quarzo*, la *Calamina* e la *Barite*. Le misure sono condotte con cura, ed i risultati sono degni di essere conosciuti.

La classificazione sistematica dei fenomeni di dispersione proposta dal Panichi, gli apparecchi ideati ed i risultati ottenuti danno alla Memoria un carattere di originalità e di interesse, che ha indotto la Commissione a proporre all'Accademia che essa Memoria sia pubblicata integralmente negli *Atti.*

Sulle variazioni dei fenomeni ottici dei minerali al variare della temperatura.

Memoria del dott. UGO PANICHI [1]

Nella presente Memoria ho compreso quattro lavori, corrispondenti alle quattro parti in cui essa è divisa.

Nella 1ª tratto delle dispersioni *termo-croiche* degli assi di simmetria ottica e degli assi ottici nei cristalli biassici; fisso due tipi di dispersione degli assi ottici, la *concorde* e la *discorde*; stabilisco, dietro le esperienze altrui e le mie, un elenco di sostanze a dispersione termo-croica o sempre concorde o sempre discorde; mostro il vantaggio che ne deriva nello studio dei gruppi isomorfi.

Nella 2ª descrivo il Rifrattometro che ho costruito per la determinazione dell'indice di rifrazione alle basse temperature fino a — 190° C., e, dopo avere accennato alle esperienze preliminari per la taratura dell'apparecchio termometrico, riferisco le mie esperienze sulla Calcite, sul Quarzo e sulla Calamina.

Nella 3ª descrivo l'apparecchio, il metodo e le esperienze con cui ho determinato la variazione dell'angolo degli assi ottici della Barite tra + 14° e + 182° C.

Nella 4ª riferisco il metodo e l'apparecchio da me ideati per determinare, come ho fatto, la rotazione del piano di polarizzazione della luce nel Quarzo fra + 12° e — 190° C.

Le citazioni bibliografiche riferentisi all' argomento che dà il titolo a questa Memoria sono raccolte in un unico indice.

I.

SULLE DISPERSIONI TERMO-CROICHE NEI CRISTALLI.

Le proprietà fisiche della materia allo stato solido si studiano nel miglior modo nei cristalli, giacchè in essi le particelle elementari sono distribuite ed orientate con ordine fisso e le relazioni di posizione fra queste si possono esprimere mediante semplici regole di simmetria, collegate, in modo più o meno esplicito, colla simmetria esteriore del cristallo, e alle quali, come l'esperienza ci mostra, tutte le altre proprietà fisiche si accordano perfettamente.

[1] Lavoro eseguito nel Laboratorio di Mineralogia del R. Istituto di Studî superiori in Firenze. Al direttore prof. G. Grattarola esprimo con piacere la mia profonda riconoscenza e lo ringrazio dei suoi saggi consigli e di tutti i mezzi messi a mia disposizione, coi quali ha voluto facilitare l'esecuzione di questo lavoro.

In ogni porzione di cristallo che non contenga particolari discontinuità, nè impurità, i rapporti di posizione fra le particelle (caratteristici per ogni singola sostanza cristallizzata e costanti a temperatura e pressione costanti) sono regolarmente variabili, almeno entro certi limiti, col variare degli agenti esterni; corrispondentemente variano nel cristallo le proprietà fisiche; e poichè queste proprietà sono essenzialmente collegate colle singole direzioni che si possono considerare in esso, ne risulta che, quando noi fissiamo nel cristallo una direzione invariabile, essa, nell'andamento del fenomeno prodotto dal variare degli agenti esterni, apparirà in generale dotata di proprietà regolarmente variabili; quando invece c'immaginiamo una certa direzione come caratterizzata da speciali proprietà, dovremo anche figurarci che quella direzione sia in generale regolarmente variabile nella durata del fenomeno.

In questo secondo caso e nell'ipotesi che in un cristallo un dato fenomeno varii in modo continuo per un certo intervallo (di tempo, di temperatura, di spettro, ecc.), se una direzione, dotata di speciali proprietà, va deviando in modo continuo durante l'intervallo, noi diremo che questa direzione ha subìto una *dispersione*. Resta così esteso l'ordinario concetto di dispersione. La dispersione si potrà esprimere e completamente rappresentare mediante *un angolo* e *il verso* in cui esso è andato crescendo da zero fino al valore raggiunto.

Le dispersioni di cui si tratta in questa Memoria sono quelle che accompagnano i fenomeni termo-ottici nei cristalli. A temperatura costante le dispersioni dipendono dalla rifrangibilità della luce, e, per brevità, le chiamerò d'ora in poi *dispersioni* $\varDelta$; variando la temperatura, a lunghezza d'onda costante, si origineranno dispersioni, che chiamerò *dispersioni* T; variando insieme la qualità di luce e la temperatura, oppure variando la temperatura quando la luce adoperata è una luce composta, si produce, in generale, un fenomeno più complesso, che si può chiamare *dispersione* $\varDelta$T o *dispersione termo-croica.*

Dispersioni $\varDelta$ e T degli assi Ω.

Nel caso generale di una sostanza biassica e quindi dell'esistenza, per ogni singola luce, di tre assi di simmetria ottica, Ω_1, Ω_2, Ω_3, fra loro ortogonali, fissiamo una volta per tutte che la direzione Ω_3 coincida con la normale ottica. Allora rappresentando con P. A. il piano degli assi ottici, sarà sempre P. A. congruente col piano $\Omega_1\,\Omega_2$. Essendo 2V l'angolo acuto degli assi ottici, sia Ω_1, la sua bisettrice.

Le esperienze del Des-Cloizeaux [Vedi indice bibliografico: 13, 14, 16, 19] portano a concludere che le disp. T seguono, in linea generale, le stesse leggi delle disp. $\varDelta$. Cerchiamo di definire più chiaramente la portata di questa deduzione considerando le disp. $\varDelta$ e T negli assi Ω e negli assi ottici.

Tra le sostanze dotate di 3 assi di simmetria ottica, *le sostanze trimetriche* non presentano disp. $\varDelta$ di tali assi e neppure disp. T. Si presenta però il caso di sostanze nelle quali gli assi Ω, pur conservando le loro direzioni, si scambiano tra loro nei cristalli di giacimenti diversi e talvolta anche in cristalli della stessa località (*Prehnite, Zoisite*, *Brookite*, *Crisoberillo*, ecc.), talchè il piano degli assi ottici può presentarsi ora in una direzione, ora in un'altra, normale alla prima. Torneremo fra poco su questo fatto.

Le sostanze monocline possono dividersi in 3 categorie tanto rispetto alle disp. *A* quanto rispetto alle disp. T:

1ª con dispersione degli assi Ω_1 Ω_2 (inclinata);
2ª con dispersione degli assi Ω_1 Ω_3 (orizzontale);
3ª con dispersione degli assi Ω_2 Ω_3 (incrociata).

A qualunque di queste categorie una sostanza appartenga, i fenomeni di dispersione obbediscono sempre alla seguente legge: *Una coppia di assi Ω ruota in ogni caso nel piano di simmetria, tanto per le disp. A quanto per le disp.* T.

L'osservazione mostra che una sostanza monoclina può appartenere, a seconda delle circostanze, a categorie diverse e ne vedremo tra poco alcuni esempi: ciò vuol dire che gli assi Ω si scambiano tra di loro anche in questi casi, come nelle sostanze trimetriche.

Si possono giustificare questi fenomeni se ricorriamo alle disp. T. Allora infatti possiamo assistere al *passaggio graduale* dall'uno all'altro tipo di dispersione e comprendere perchè solo alcuni passaggi siano possibili.

Il caso più frequente è il passaggio dalla dispersione inclinata all'orizzontale e viceversa. Gli autori, generalmente, trascurano di riferire il *verso* nel quale avvengono sia la dispersione orizzontale, sia quella inclinata, mentre invece è necessario definire questo verso rispetto agli assi cristallografici. Lo stesso Des-Cloizeaux, mentre per solito non manca di misurare l'angolo della dispersione, trascura invece sempre di riferire il verso di essa, o tutto al più dice [19, pagg. 675, 679] che la dispersione è avvenuta dalla parte di quello degli assi ottici che ha subìto una rotazione maggiore, cosa inutile perchè evidente.

Quando una variazione di temperatura genera il passaggio dalla dispersione inclinata all'orizzontale, accade che i due assi Ω_1 Ω_2, disperdentisi nel piano di simmetria, vengono, a un dato momento, sostituiti cogli assi Ω_1 Ω_3, che pure si disperdono nel piano di simmetria, ossia l'asse Ω_2 cambia nome e diviene Ω_3, pur continuando il movimento termo-dispersivo; e perciò la teoria può prevedere due casi possibili: o nel passaggio da una dispersione all'altra si ha inversione nel senso della rotazione degli assi Ω, oppure la rotazione continua indisturbata nel senso primitivo; per la continuità del fenomeno si può ritenere il 2° caso come il più probabile.

Il fenomeno termico ora considerato c'insegna che, quando un minerale, a seconda della sua provenienza, presenta nei suoi cristalli talora la dispersione inclinata, talora l'orizzontale, ed è possibile suscitare in esso un fenomeno termo-dispersivo tale da produrre il passaggio dall'uno all'altro tipo di dispersione, dobbiamo ritenere i due casi non come corrispondenti a due tipi diversi del minerale, ma come semplici modalità o *fasi* nella variabilità d'un minerale unico.

Il fatto non frequente di trovare in natura una sostanza talora a dispersione orizzontale, talora a dispersione inclinata (*Sanidino*), diviene un fenomeno più comune nei minerali monoclini sottoposti a variazioni ordinate di temperatura (*Sanidino, Adularia, Selenite, Glauberite, varie Zeoliti*, ecc.). Più raro a verificarsi è il passaggio dalla dispersione incrociata all'orizzontale, il quale produce lo scambio tra gli assi Ω_1 e Ω_2, talchè la rotazione degli assi Ω_1 Ω_3 nel piano di simmetria si cambia

in quella degli assi Ω_2 Ω_3 e qui pure il verso della dispersione rimarrà generalmente invariato.

Il passaggio dalla dispersione inclinata all'incrociata non è possibile senza passare per la dispersione orizzontale. Infatti una sostanza monoclina ideale la quale compisse successivamente tutti i passaggi possibili dovrebbe percorrere il ciclo di dispersioni seguente:

$$[\Omega_1\,\Omega_2]_1\,,\,[\Omega_1\,\Omega_3]_1\,,\,[\Omega_2\,\Omega_3]_1\,;\,[\Omega_2\,\Omega_3]_2\,,\,[\Omega_1\,\Omega_3]_2\,,\,[\Omega_1\,\Omega_2]_2\,;$$

per poi ricominciare con

$$[\Omega_1\,\Omega_2]_3 \text{ ecc.}$$

È possibile ottenere tutta la serie di trasformazioni in un conveniente intervallo di temperatura, come ne offre esempio la *Heulandite*, nella quale il Rinne ha mostrato (94, pag. 29) che l'asse Ω_1 può acquistare successivamente tre direzioni ortogonali fra loro.

Nelle sostanze tricline tutti e tre gli assi Ω hanno attitudine a disperdersi tanto al variare di $\varDelta$, quanto al variare di T.

Dispersioni $\varDelta$ e T degli assi ottici.

Si presenta spesso il caso di una sostanza che sia sempre dotata di un medesimo tipo di dispersione degli assi ottici, ed è perciò naturale di considerare questa proprietà come caratteristica per la sostanza che la possiede, sebbene peraltro non esista alcun motivo teorico per ritenerla tale; ma per molte altre sostanze questa costanza del tipo di dispersione non si verifica; a seconda del giacimento, od anche, per uno stesso giacimento, a seconda del campione esaminato, una sostanza può presentare ora la dispersione $\varrho > v$, ora la dispersione opposta; ed è evidente che in questi casi la determinazione del tipo di dispersione, il quale non rappresenta più una proprietà caratteristica, perderebbe d'importanza se non si potesse trovare una relazione tra la variabilità nella dispersione assiale e qualche altra proprietà veramente essenziale e caratteristica per la sostanza in esame. Nella *Brookite* per esempio, il Des-Cloizeaux notò che i campioni di Tête Noire e di Oisan mostrano talvolta il P. A. parallelo alla base per tutti i colori, con $\varrho > v$; talvolta, come trovarono anche Grailich e Lang per le Brookiti chiare di Oisan, l'incrociamento del P. A. per il rosso col P. A. per il verde. Lo Schrauf, data anche la variabilità dell'angolo degli assi ottici, ne concluse che « come morfologicamente, così anche otticamente non tutte le varietà di Brookite sono equivalenti » [28, pag. 275] e a sua volta, esaminando due lamine di Brookite della Svizzera a piani assiali incrociati con luci di Li. e Na., trovò, per la prima $\varrho > \gamma\lambda$, per la seconda $\varrho < \gamma\lambda$.

La stessa cosa trovarono Lippich e v. Zepharowich [1] per la Brookite del Tirolo.

Ora vedremo come, ricorrendo alle dispersioni T, si possa trovare il legame cercato. Infatti possiamo domandarci se le sostanze a dispersione assiale variabile non

[1] Zeit. f. Kr. 1884, 8, pag. 581.

appartengano appunto a quelle che, mediante un processo termico, si mostrano dotate dell'attitudine a passare da un tipo all'altro di dispersione. La risposta è affermativa; e a questo proposito riferirò ciò che scrissi in altra occasione [100, pag. 44] per il Sanidino e altri minerali da me esaminati:

« Il senso della dispersione è essenzialmente legato colla temperatura a cui il minerale si trova, ed a questa è legata pure la variazione dell'angolo degli assi ottici, variazione di cui non possiamo conoscere il *verso* a priori. Ma, se, quando la temperatura va crescendo ordinatamente, un medesimo minerale può passare dall'una all'altra dispersione assiale, una cosa durante la trasformazione resta invariata per tutte le temperature, ed è veramente caratteristica per la sostanza, *la precedenza di un colore sugli altri*; talchè, se, per convenzione, fissiamo di considerare le variazioni ottiche durante un *aumento* di temperatura, basterà che, oltre al simbolo $\varrho \gtreqless v$, venga indicato se è il rosso oppure il violetto il colore pel quale una data trasformazione si compie prima.

« Così ad esempio, se per il Sanidino di Eifel scriviamo il simbolo

$$\varrho \gtreqless v',$$

questa indicazione, oltre a dirci che nel Sanidino sono possibili entrambe le dispersioni, ci dice ancora che, se una lamina si presenta colla dispersione $\varrho > v$, l'angolo assiale deve *diminuire* al crescere della temperatura; se invece si presenta colla dispersione $\varrho < v$, l'angolo deve *crescere* colla temperatura; poichè in ogni trasformazione, il violetto (v') ha la precedenza sul rosso ».

Quindi, dietro la convenzione fatta, abbiamo, non più due, ma quattro tipi di dispersione:

$$\varrho' > v \; ; \; \varrho' < v \; ; \; \varrho > v' \; ; \; \varrho < v',$$

in cui dunque la lettera accentata rappresenta il colore che è, per così dire, all'avanguardia nel moto termo-dispersivo. A questi tipi, sempre nella convenzione di considerare incrementi positivi di temperatura, corrispondono le diseguaglianze:

$$E^T > E \; ; \; E^T < E \; ; \; E^T < E \; ; \; E^T > E \; ;$$

in cui E rappresenta l'angolo assiale a temperatura ordinaria; E^T l'angolo assiale ad una temperatura maggiore di quella dell'ambiente. Nei primi due tipi (precedenza di ϱ) vi è concordanza tra il segno ($>$ o $<$) che esprime il tipo della dispersione e il segno che esprime il verso in cui varia E; negli altri due tipi (precedenza di v), vi è discordanza tra gli stessi segni: in sostanza i 4 tipi possono ancora ridursi a 2, non secondo che ϱ è $>$ o $<$ di v, ma secondochè nel movimento termo-dispersivo precede ϱ o v, ossia:

$$\varrho' \gtreqless v \; ; \; \varrho \gtreqless v' ;$$

e chiameremo il primo tipo: *dispersione termo-croica* (ΔT) *concorde*, il secondo *dispersione termo-croica discorde*.

Ora bisogna avvertire che le parole citate poco sopra lasciano aperto un dubbio: infatti: che nei casi allora studiati da me, come ad esempio nel Sanidino e nella Ce-

russite, il fenomeno termo-dispersivo si compia effettivamente *colla precedenza di un colore sugli altri,* non v' ha dubbio; e che questo fenomeno possa estendersi ad altre sostanze, è facile verificarlo; ma possiamo asserire di esser davanti a un fenomeno generale? In tal caso, mentre i due consueti tipi di dispersione $\mathcal{A}$ degli assi ottici non sempre rappresentano una caratteristica e tanto meno una proprietà essenziale della sostanza, i due tipi ora definiti di dispersione $\mathcal{A}$T servirebbero a porre in evidenza un fatto costante ed intrinseco per ogni sostanza.

La cosa merita di essere studiata più da vicino.

Se un minerale presenta ad ogni temperatura un tipo unico di dispersione $\mathcal{A}$ degli assi ottici, la dispersione $\mathcal{A}$T evidentemente è sempre concorde o sempre discorde.

La stessa cosa accade pure per un cristallo che, variando t, presenti il passaggio degli assi ottici da un piano ad un altro perpendicolare al primo, giacchè durante l'intero movimento termo-dispersivo, i colori si succedono nello stesso ordine. Ma, quando una sostanza si presenta, a volte con $\varrho > v$, a volte con $\varrho < v$, a seconda della località da cui proviene, o anche, per una data località, a seconda del cristallo esaminato, o, per uno stesso cristallo, a seconda della plaga esplorata, soltanto l'esperienza può decidere se effettivamente la dispersione $\mathcal{A}$T è sempre d'un tipo unico per ogni sostanza.

Occorre naturalmente conoscere due cose: 1° in qual senso varia con t l'angolo degli assi ottici; 2° qual tipo di dispersione $\mathcal{A}$ essi presentano nei singoli casi.

Disgraziatamente gli autori talvolta forniscono una sola di queste notizie e molto raramente tutte e due. Allo stesso Des-Cloizeaux sfuggì l' importanza della coesistenza di questi due dati.

Dispersioni $\mathcal{A}$ e T considerate nei gruppi isomorfi.

Intanto, prima di andare avanti, osserviamo che molte sostanze si possono ritenere con sicurezza dotate di dispersione $\mathcal{A}$T degli assi ottici costante, cioè o sempre *concorde,* o sempre *discorde.* Ora, il considerare, come si suole, quale caratteristica di un minerale la dispersione $\varrho > v$ o la sua opposta, ha fatto sì che spesso fra due minerali isomorfi si stabiliscano delle differenze, le quali molte volte son più apparenti che sostanziali. Così p. es. consideriamo il gruppo *Aragonite, Stronzianite, Cerussite*; nei due primi il P. A. è parallelo ad 100, con $\varrho < v$; nel terzo il P. A. è parallelo a 010 con $\varrho > v$. Questa diversità nel contegno ottico sarebbe essenziale se la diversità nel tipo di dispersione tra i due primi minerali ed il terzo non fosse accompagnata dalla differente orientazione del P. A.; ma invece serve a rilevare un'analogia fra le tre sostanze a più buon diritto isomorfe: infatti l'esperienza dimostra che nell'Aragonite e nella Stronzianite l'angolo degli assi ottici è *decrescente* ($E^T < E$), mentre è crescente ($E^T > E$) nella Cerussite; e perciò tutte e tre le sostanze appartengono al tipo $\varrho' \gtreqless v$, ossia presentano tutte e tre la dispersione termo-croica *concorde.*

Il fatto che la Cerussite differisce nell'orientazione del P. A. e nel tipo di dispersione $\mathcal{A}$ degli assi ottici, è in relazione colle condizioni di ambiente in cui la Cerussite

si trova; infatti basta abbassare convenientemente la temperatura (come già ebbi occasione di fare mediante il refrigerante ad aria liquida [100, pag. 34]) per vedere il suo angolo assiale ridursi a zero, e in seguito riaprirsi in un piano parallelo ad 100 con $\varrho < v$, come nell'Aragonite e nella Stronzianite.

Questi fatti rendono più manifesto l'isomorfismo tra le sostanze considerate e invogliano a studiare il fenomeno nei gruppi isomorfi in generale.

Esame di alcune sostanze.

Cominciamo dunque ad esaminare quelle sostanze delle quali si hanno dati sufficienti per poterne determinare il tipo delle dispersioni A e T degli assi ottici. Le maggiori notizie sono, naturalmente, fornite dal Des-Cloizeaux; per conto mio io ho esaminato tutti i preparati avuti a disposizione per verificare e completare le osservazioni altrui e per studiare qualche nuova sostanza. È necessario premettere alcune osservazioni.

1° Quando si tratta di variazioni piccole i risultati del Des-Cloizeaux sono spesso poco attendibili. Infatti spesso le variazioni sono così piccole che occorrerebbe la media di molte misure per esser certi che le variazioni stesse non debbano attribuirsi ad errori d'osservazione. Inoltre, quando l'angolo degli assi ottici è molto grande e non può misurarsi nell'aria, il Des-Cloizeaux suol giudicare della variazione dell'angolo dalla variazione della porzione di anelli colorati comparenti nella lamina al conoscopio. Ora questo metodo è molto discutibile: quando la temperatura produce forti variazioni sull'angolo degli assi ottici, ad un avvicinamento od allontanamento degli apici dell'iperbole corrisponde pure un avvicinamento od allontanamento degli anelli che circondano gli apici, i quali anelli variano anch'essi di grandezza colla temperatura, ma variano poco; se però la loro variazione è paragonabile con quella della distanza tra gli apici, può accadere, per esempio, che l'aumento del diametro degli anelli sia più forte che l'aumento della distanza tra gli apici e quindi ad un aumento dell'angolo assiale corrisponda una diminuzione nella distanza tra gli anelli. Vedremo tra poco, parlando dell'epidoto, uno dei casi in cui bisogna accogliere con riserva i risultati del Des-Cloizeaux.

2° Sebbene sia evidente, pure osserverò che, quando in una sostanza sono possibili due giaciture tra loro ortogonali del P. A., i tipi di dispersione degli assi ottici considerati nelle due giaciture e, come sappiamo, tra di loro opposti, hanno valore esclusivamente nelle rispettive giaciture e quindi non si dovrà mai dire, per esempio, $\varrho > v$, per indicare che l'angolo assiale per il rosso è maggiore di quello per il violetto quando accada che questi due angoli si aprano in piani tra loro normali.

3° Quando di una sostanza monoclina a dispersione inclinata sappiamo che l'angolo assiale per il rosso è maggiore, oppure minore di quello per il violetto, e quindi rispettivamente $\varrho > v$, $\varrho < v$, ed esaminiamo la figura d'interferenza in una lamina normale ad Ω_1, può accadere che solo uno degli apici dell'iperbole, quello corrispondente all'asse più fortemente disperso, permetta di verificare il tipo di dispersione degli assi ottici, mentre rimane incertezza per l'altro. Ma siccome nel passaggio dalla dispersione inclinata all'orizzontale si ha inversione nel tipo di dispersione degli

assi ottici (p. es. nella Selenite), è naturale e necessario che conveniamo esplicitamente che il tipo di dispersione degli assi ottici, nei casi di dispersione inclinata, venga determinato sull'asse che presenta la dispersione maggiore, non solo perchè è questo l'asse su cui il tipo di dispersione si definisce più chiaramente, ma anche perchè il tipo di dispersione manifestato da quest'asse è appunto il tipo opposto a quello che chiaramente appare nella dispersione orizzontale tutte le volte che, variando la temperatura, è possibile passare dalla dispersione inclinata all'orizzontale.

Sostanze trimetriche. — Abbiamo già visto (pag. 43) che l'*Aragonite*, la *Stronzianite* e la *Cerussite* presentano tutte e tre la dispersione termo-croica *concorde*: a questo gruppo appartengono pure la *Bromlite* e la *Witherite*, ma il Des-Cloizeaux riferisce [19, pag. 539] che nella Bromlite la dispersione degli assi ottici è debolissima e « ne peut guère être constatée d'une manière certaine »; la variazione dell'angolo degli assi ottici colla temperatura è difficile a studiarsi « par suite des perturbations que *les macles* apportent dans la manifestation des anneaux colorés »; tuttavia al Des-Cloizeaux parve che l'angolo assiale aumentasse leggermente sotto l'influenza del calore. Nella Witherite l'angolo assiale è pressochè invariabile colla temperatura [19, pag. 615], e la dispersione è debolissima, talvolta sembra essere $\varrho > v$, talaltra $\varrho = v$. Sicchè resta indeciso l'andamento del fenomeno in queste due sostanze.

Il gruppo *Barite-Celestite-Anglesite* presenta la disp. ΔT *discorde* essendo in tutte e tre le sostanze $\varrho < v$ ed $E^T > E$. Allo stesso gruppo appartiene l'*Anidrite* anch'essa con $\varrho < v$ come le sue isomorfe, ma con angolo assiale invariabile sotto l'influenza della temperatura.

Valentinite. — Il P. A. per il rosso è parallelo a 001, per il violetto è normale a 001, per il giallo l'angolo assiale è quasi nullo e il P. A. ora parallelo ora normale a 001; scaldando, il P. A. tende sempre a portarsi normale a 001 per tutti i colori [19, pag. 568], quindi si ha dispersione ΔT *discorde*.

Brookite. — Ho già parlato a pag. 41 della variabilità di giacitura del P. A. per i diversi colori; nel piano 001 si ha $\varrho > v$, nel piano 010 $\varrho < v$.

Le esperienze di Des-Cloizeaux [13] e le mie [100, pag. 41] mostrano che la dispersione ΔT degli assi ottici è sempre *concorde*.

Crisoberillo. — Simile alla Brookite [13] per la variabilità di posizione del P. A. presenta, come la Brookite, dispersione ΔT *concorde*.

Prehnite. — Il Des-Cloizeaux, nelle sue prime ricerche sulle Prehniti [14 p. 431], trovò che quelle di Farmington mostrano il P. A. parallelo ad 100 con forte dispersione $\varrho > v$, mentre le Prehniti dei Pirenei hanno il P. A. parallelo a 010 con netta dispersione $\varrho < v$. L'A. trovò inoltre nelle Prehniti di Farmington $E^T < E$, in quelle dei Pirenei $E^T > E$; quindi in ambedue le varietà abbiamo dispersione termo-croica *discorde*. In seguito, tanto Des-Cloizeaux (¹) quanto Mallard (²) trovarono che in una stessa lamina di Prehnite di Farmington può aversi, a seconda della plaga considerata, tanto $\varrho > v$ quanto $\varrho < v$, e che questi due casi corrispondono a due direzioni costanti del P. A. e perpendicolari tra loro; inoltre può accadere che i piani assiali

(¹) Bull. Soc. Min. 1882, t. V, pag. 59.
(²) Id. id. id. pag. 195.

per il rosso e per il violetto siano normali tra loro in una stessa plaga e allora il P. A. pel violetto è in quella direzione in cui suole aversi $v > \varrho$ e il P. A. pel rosso è nella direzione normale in cui si ha $\varrho > v$. Tuttociò sta d'accordo coi risultati precedenti. Quanto alla Prehnite del Delfinato, essa offre il caso di una dispersione Δ dubbia e, pare [19, pag. 596], accennante a $\varrho > v$ con P. A. parallelo a 010; per essa però nè il Des-Cloizeaux, nè altri cercarono se l'angolo degli assi ottici è crescente o decrescente con t.

Crisolite. — La Crisolite presenta la dispersione $\varrho < v$, e come essa la *Forsterite* e la *Monticellite.* È probabile che l'angolo assiale varii con t nel medesimo senso in queste sostanze isomorfe, ma non fu ancora accertato. Io ho esaminato varie lamine di Crisolite di Ceylan ed ho trovato un leggero aumento dell'angolo degli assi ottici colla temperatura, quindi la Crisolite possiede una dispersione termo-croica *discorde.*

Topazio-Sillimanite-Distene. — Per il topazio si può asserire che l'angolo degli assi ottici è sempre crescente colla temperatura, come trovarono il Des-Cloizeaux [14, pag. 476] colla misura diretta e l'Offret [65] calcolandolo dalle misure degli indici; ed essendo pure $\varrho > v$, si ha dispersione termo-croica *concorde.* Anche per la Sillimanite il Des-Cloizeaux [19, pag. 602] trovò $E^T > E$ e $\varrho > v$ e perciò dispersione termo-croica *concorde.* Quanto al Distene si sa che, generalmente, è $\varrho > v$ (1); ma nel giacimento di Niam-Niam il Korn trovò disp. $\varrho < v$ debolissima. Des-Cloizeaux in una lamina di sfaldatura di cui non cita la provenienza, non trovò alcuna variazione di 2E fra 12° e 171° C.

Diasporo-Gothite. — Si sa soltanto che in ambedue si ha $\varrho < v$.

Epsomite-Goslarite-Morenosite. — In tutte e tre queste sostanze isomorfe abbiamo $\varrho > v$; sebbene non sia stato, che io sappia, determinato il senso in cui si disperdono gli assi ottici col calore, e quindi non si possa conoscere il tipo della dispersione termo-croica, si può però prevedere colla quasi certezza che il tipo è *il medesimo* per tutte e tre, date le grandi analogie che esistono in tutte le proprietà ottiche e in particolare nei valori dell'angolo assiale, come ha mostrato il Dufet (2).

Zoisite. — Nella Zoisite talora il P. A. è parallelo a 010 con $\varrho < v$, talora è parallelo a 001 con $\varrho > v$, talora solo il P. A. pel rosso è parallelo a 001, essendo per gli altri colori parallelo a 010, e ciò « non seulement pour des échantillons différents, mais aussi pour les diverses plages d'un même échantillon » [19, pag. 616]. L'angolo assiale fu trovato decrescente nel piano 010, crescente nel piano 001; quindi si ha dispersione ΔT *concorde* ($\varrho' \gtreqless v$).

Scorodite	— $\varrho > v$	; $E^T > E$	quindi	dispersione	ΔT	*concorde.*
Struvite	— $\varrho < v$	; $E^T > E$	»	»	»	*discorde.*
Autunite	— $\varrho > v$	; $E^T < E$	»	»	»	»
Calamina	— $\varrho > v$	; $E^T < E$	»	»	»	»
Leucofanite	— $\varrho > v$	; $E^T < E$	»	»	»	»
Enstatite	— $\varrho < v$	; $E^T > E$	»	»	»	»
Cordierite	— $\varrho < v$	; $E^T > E$	»	»	»	»

(1) O. Korn. Groth's Zeit. 7, pag. 595.

(2) Bull. Soc. Min. 1878 I, pag. 58 e 1880; III, pag. 180.

Debbo però avvertire che in una lamina di Cordierite, da me portata alla temperatura dell'aria liquida, la diminuzione dell'angolo assiale è stata debolissima.

Sostanze clinoedriche. — Del gruppo dei *Pirosseni* si sa che il *Diopside* (Val d'Ala, Nordmark) presenta la dispersione $\varrho > v$ e la dispersione inclinata, e che sotto l'influenza della temperatura aumenta debolmente l'angolo degli assi ottici spostandosi nel tempo stesso, ma debolmente, l'asse Ω_1, quindi debole dispersione ΔT *concorde.*

Non ho trovato nessuna notizia intorno agli *Amfiboli.*

Datolite-Euclase. — Des-Cloizeaux per la Datolite di Andreasberg [14, pag. 170] e Brugnatelli per quella di Serra Zanchetti [1] trovarono $\varrho > v$; Des-Cloizeaux trovò invariabile l'angolo assiale con t, ma io [100, pag. 39] l'ho trovato crescente e quindi si ha una dispersione termo-croica *concorde.* Ciò sta d'accordo con quanto il Des-Cloizeaux [19, pag. 643] trovò per l'Euclase, cioè $\varrho > v$, $E^T > E$; quindi, anche in questo caso dispersione termo-croica *concorde.*

Epidoto. — Quanto all'Epidoto, sappiamo [2] che il P. A. è parallelo a 010 con $\varrho > v$; ora il Des-Cloizeaux [19, pag. 642] avrebbe trovato sopra una lamina, in cui, per l'ampiezza dell'angolo assiale, erano visibili soltanto due sistemi d'anelli, che uno degli assi si avvicina di 1° 30′, l'altro si allontana di 0° 32′ da Ω_1, nel passare da 36° 5 a 146° 5 C.

La conclusione di Des-Cloizeaux, come ho osservato poco sopra, non si può ritenere rigorosa. Ad ogni modo si tratta di spostamenti debolissimi: io, per mio conto, esaminando una lamina di epidoto, tagliata quasi normalmente ad uno degli assi ottici (il più disperso), ho constatato l'ingrandimento degli anelli durante il riscaldamento, ma non ho potuto verificare alcun movimento termo-dispersivo dell'asse.

Feldspati — Ortoclase. — Le mie esperienze sul *Sanidino* di Eifel [100, pag. 42] mostrano che, tanto i campioni con $\varrho > v$, quanto quelli con $\varrho < v$, obbediscono allo stesso andamento termo-dispersivo, giacchè in quelli del primo tipo l'angolo assiale è decrescente fino ad annullarsi (per una temperatura superiore a quella dell'ambiente) e riaprirsi in un piano normale al primo con $\varrho > v$; in quelli del secondo tipo è crescente con t e solo con un raffreddamento più o meno intenso può annullarsi per riaprirsi, a temperatura viepiù bassa, con $\varrho > v$ nel piano in cui sta il P. A. dei Sanidini del primo tipo. Quindi abbiamo dispersione termo-croica *discorde.*

Nell'*Adularia* del S. Gottardo poi, con $\varrho > v$ e dispersione orizzontale, abbiamo $E^T < E$, come mostrò Des-Cloizeaux mediante il riscaldamento e come io trovai mediante il raffreddamento. Verso i 200° C. poi si ha l'annullamento dell'angolo assiale, che si riapre con $\varrho < v$, in un piano perpendicolare al primo, e perciò sempre abbiamo dispersione ΔT *discorde.*

Microclino di Norvegia. — Il Des-Cloizeaux [14, pag. 361] trovò per esso il P. A. normale al piano 010 e $\varrho > v$ come per l'Adularia; e, come in questa, $E^T < E$,

(1) Groth. Zeit. 13, pag. 159.

(2) Klein, Neues Jahrb. 1874, 1.

quindi anche per il Microclino, dispersione $\mathcal{A}$T *discorde*. Sarebbe utile, data la complessa struttura del Microclino far nuove osservazioni in proposito.

Albite. — $\varrho < v$; 2E debolmente crescente: debole dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

Anortite. — $\varrho < v$; 2E debolmente crescente: debole dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

Zeoliti. — Nelle Zeoliti la complessità della struttura e la variabilità del contenuto d'acqua complicano grandemente i fenomeni.

L'*Heulandite* presenta $\varrho < v$ con P. A. normale a 010, $E^T < E$; l'angolo assiale ridotto a zero si riapre in un piano normale al primitivo e a 010 con $\varrho > v$ [14, pag. 426]. Il Rinne (vedi pag. 41) trovò che l'angolo degli assi ottici si apre successivamente intorno a tre assi ortogonali; il movimento obbedisce in ogni caso alla dispersione termo-croica *concorde*. Ma abbassando la temperatura fino a — 190° l'angolo degli assi ottici, invece di aumentare, come sarebbe prevedibile, decresce fino all'annullamento [100, pag. 23] e quindi il movimento termo-dispersivo, considerato, secondo la convenzione, a temperatura crescente, per le basse temperature è *discorde.*

Brewsterite. — $\varrho > v$, $E^T > E$ [19, pag. 634] quindi anche in questo caso dispersione $\mathcal{A}$T *concorde.*

Epistilbite. — $\varrho < v$ [14, pag. 555]; $E^T > E$ [19, pag. 567] quindi dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

Desmina. — $\varrho < v$ [14. pag. 415]; $E^T > E$ (19, pag. 604] quindi dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

Miche — Muscovite. — $\varrho > v$; $E^T < E$: dispersione $\mathcal{A}$T *discorde*. Varie lamine di Muscovite da me portate a varie temperature fra + 200° e — 190° confermano ciò.

Il Des-Cloizeaux prima credeva che nelle Miche si avesse $\varrho > v$ o $\varrho < v$ secondo che il P. A. è parallelo ad 100 o a 010; in seguito trovò che, quando l'angolo assiale è maggiore di un certo valore (circa 20°) si ha sempre $\varrho > v$ qualunque sia la giacitura del P. A. e sempre $E^T < E$; ma, quando 2E è minore di 20° (generalmente in Miche molto magnesiache), la dispersione è nulla o dubbia (cristalli del M. Somma) accennante ora a $\varrho > v$, ora a $\varrho < v$ senza visibile relazione coll'orientazione del P. A.; e sempre $E^T < E$.

In seguito gli studi di Tschermak [1] mostrarono come il tenore in ferro complicasse i fenomeni ottici: Anomite e Muscovite (con P. A. normale al piano di simmetria) hanno $\varrho > v$: l'angolo assiale decresce quando in esse aumenta il tenore del ferro. Meroxeno, Phlogopite (con P. A. parallelo al piano di simmetria) hanno $\varrho < v$; e l'angolo assiale cresce col tenore in ferro. Però la Zinnwaldite, che appartiene alla seconda specie di Miche, ha $\varrho > v$, con angolo assiale decrescente, quando cresce il contenuto in ferro.

Sarebbe interessante conoscere il comportamento di queste miche al variare della temperatura.

Clinocloro. — Da un'esperienza di Des-Cloizeaux [14, pag. 445] con lamina a dispersione $\varrho < v$ risulterebbe 2E debolmente crescente col riscaldamento nel piano di simmetria.

Titanite. — $\varrho > v$; 2E debolmente crescente: dispersione termo-croica *concorde.*

[1] Groth's Zeit. 18, 2, pag. 49.

Una lamina di titanite del Tirolo, da me portata alla temperatura di — 96°, ha presentato una diminuzione dell'angolo assiale da 50° a 46° $\frac{1}{2}$ circa a luce del sodio.

Selenite. — Dispersione inclinata; $\varrho > v$; aumentando la temperatura il P. A. diviene successivamente per i diversi colori normale al piano di simmetria con $\varrho < v$, quindi dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

Glauberite. — La Glauberite, « termometro ottico » come Brewster la chiamò, presenta il successivo annullamento dell'angolo assiale per le diverse luci, quando cresce t; ed essendo $\varrho > v$, la dispersione termo-croica è, come nella selenite, *discorde.* Nella Selenite però si compie, col riscaldamento, il passaggio dalla dispersione inclinata all'orizzontale, mentre nella Glauberite si compie il passaggio inverso, (vedi anche Lespeyres [27]).

Baritocalcite. — Dispersione orizzontale; $\varrho > v$; $E^T > E$; dispersione $\mathcal{A}$T *concorde.*

Borace. — Dispersione incrociata; $\varrho > v$; $E^T > E$ quindi dispersione $\mathcal{A}$T *concorde.*

Una lamina di borace, raffreddata a — 75°, mediante l'anidride carbonica, ha subìto una diminuzione dell'angolo assiale da 59° $^1/_2$ (vetro rosso) a 58° circa, con sensibile rotazione del piano assiale.

Azurite. — Dispersione orizzontale; $\varrho > v$; $E^T < E$; dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

Leadhillite. — Dispersione orizzontale; $\varrho < v$; $E^T < E$; dispersione $\mathcal{A}$T *concorde.*

Idrargillite. — Talora dispersione orizzontale con $\varrho > v$, talora dispersione inclinata con $\varrho < v$; scaldando si può effettuare il passaggio degli assi ottici da un piano passante per l'orto-asse al piano di simmetria [19, pag. 648]; quindi dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

Axinite. — $\varrho < v$. Des-Cloizeaux credette osservare un leggero movimento termo-dispersivo negli anelli circondanti un asse ottico; ma ciò non indica nulla intorno al movimento dell'asse. Sopra una lamina d'Axinite di Bourg d'Oisan da me scaldata fino a oltre 200°, il solo asse comparente nel campo mostrò un debolissimo spostamento allontanandosi da Ω_1. Nelle sostanze tricline si hanno abitualmente spostamenti deboli.

Da quanto precede si possono trarre varie conclusioni:

1° *Nelle sostanze esaminate fin qui, in cui tanto il tipo di dispersione* $\mathcal{A}$ *degli assi ottici, quando il verso della loro dispersione* T *sono ambedue determinabili in modo chiaro e certo, può ben accadere che ambedue questi dati siano variabili da campione a campione, ma non cambia invece il tipo di dispersione* $\mathcal{A}$T, *la quale, perciò, o è sempre concorde, o sempre discorde.*

2° *Le sostanze suddette posseggono altresì la proprietà che il tipo di dispersione* $\mathcal{A}$T *è uguale per tutte le sostanze appartenenti allo stesso gruppo isomorfo.* Così nelle sostanze trimetriche il gruppo della Barite è a dispersione termo-croica *discorde,* il gruppo dell'Aragonite a dispersione termo-croica *concorde*; nelle sostanze clinoedriche sono molto importanti a rilevare le analogie tra i Feldspati, Ortose (Adularia e Sanidino), Microclino, Albite, Anortite, tutti a dispersione $\mathcal{A}$T *discorde.*

3° La maggior parte delle sostanze esaminate obbediscono alle regole suddette, e possono dividersi in due categorie a seconda del tipo di dispersione termo-croica presentato.

Sostanze a dispersione termo-croica concorde			Sostanze a dispersione termo-croica discorde		
	Disp. Δ	Disp. ΔT		Disp. Δ	Disp. ΔT
Aragonite	$\varrho < v$	$\varrho' < v$	Barite	$\varrho < v$	$\varrho < v'$
Stronzianite	»	»	Celestite	»	»
Cerussite	$\varrho > v$	$\varrho' \gtrless v$	Anglesite	»	»
Brookite	$\varrho \gtrless v$	$\varrho' \gtrless v$	Valentinite	$\varrho \gtrless v$	$\varrho \gtrless v'$
Crisoberillo	»	»	Prehnite { Farmington } { Pirenei . }	»	»
Topazio	$\varrho > v$	$\varrho' > v$	Crisolite	$\varrho < v$	$\varrho < v'$
Sillimanite	»	»	Struvite	»	»
Scorodite	»	»	Autunite	$\varrho > v$	$\varrho > v'$
Diopside	»	»	Calamina	»	»
Datolite	»	»	Leucofanite	»	»
Euclase	»	»	Enstatite	$\varrho < v$	$\varrho < v'$
Zoisite	$\varrho \gtrless v$	$\varrho' \gtrless v$	Cordierite	»	»
Titanite	$\varrho > v$	$\varrho' > v$	Ortoclase { Sanidino . . { Adularia . .	$\varrho \gtrless v$ $\varrho > v$	$\varrho \gtrless v'$ $\varrho \gtrless v'$
Baritocalcite	»	»	Microclino.	»	$\varrho > v'$
Borace	»	»	Albite	$\varrho < v$	$\varrho < v'$
Leadhillite	$\varrho < v$	$\varrho' < v$	Anortite	»	»
			Muscovite	$\varrho > v$	$\varrho > v'$
			Selenite	$\varrho > v$	$\varrho \gtrless v'$
			Glauberite.	$\varrho \gtrless v$	$\varrho \gtrless v'$
			Azurite.	$\varrho > v$	$\varrho > v'$
			Idrargillite	$\varrho \gtrless v$	$\varrho \gtrless v'$

4° Le sostanze esaminate che, o per debole o dubbia dispersione Δ degli assi ottici, o per debole o dubbio movimento termo-dispersivo di essi non permettono di concludere nulla intorno al tipo della dispersione termo-croica, sono appunto quelle che, talvolta, sembrano contraddire alla regola cui obbediscono evidentemente le sostanze a forte dispersione termo-croica.

Infatti di alcune sostanze in cui è sensibilmente $\varrho = v$, come nella Bromlite, oppure, al variar di t, $E = \text{cost}$, come per l'Anidrite, si può dire rispettivamente che la dispersione ΔT o coincide colla dispersione T degli assi ottici o coincide colla loro dispersione Δ; ma quando, tanto la dispersione T, quanto la dispersione Δ sono ambedue debolissime, può accadere che il tipo di dispersione ΔT sia dubbio,

o, se non dubbio, incostante, o, se costante, opposto a quello previsto dalle relazioni di isomorfismo.

È dubbio, per es., nella Witherite, finchè non si abbiano altre osservazioni oltre quelle di Des-Cloizeaux. È incostante nelle Miche magnesiache, nelle quali peraltro l'angolo degli assi ottici è quasi sempre piccolissimo e nelle quali è noto come il tenore in ferro possa influire sulla dispersione $\varDelta$ degli assi e sulla giacitura del loro piano. È dubbio, e forse incostante, nella Vesuvianite, nella quale, del resto, la biassicità si ritiene un'anomalia. Des-Cloizeaux [19, pag. 523] trovò in essa E = cost., come, in generale, egli trovò per tutte le sostanze biassiche per anomalia; ma Doelter [49, pag. 218] trovò E crescente con t quando è piccolo, decrescente quando è più grande. È dubbio nella Prehnite del Delfinato di cui nè Des-Cloizeaux nè altri cercarono come varii l'angolo assiale, ma di cui la debole dispersione accennante a $\varrho > v$ con P. A. parallelo a 010 pare che indichi la possibilità di un tipo di dispersione $\varDelta$T inverso al tipo comune a tutte le altre Prehniti (dispersione discorde).

Quando si tratti di dispersioni debolissime, anche a temperatura costante può verificarsi il caso di un'inversione di tipo: così il Korn (vedi pag. 46) nel Distene, in cui generalmente abbiamo $\varrho > v$ trovò casi che presentano sensibilmente $\varrho = v$ e che, mediante misure esattissime, ora rivelano $\varrho > v$, ora $\varrho < v$ (nel Distene di Niam-Niam $2H_{Li} = 100° 26' 12''$; $2H_{Na} = 100° 27' 45''$).

Il movimento termo-dispersivo delle Zeoliti deve esser considerato in modo speciale, giacchè esse forniscono una eccezione, forse apparente, alle regole enunciate ai numeri 1 e 2. Nelle Zeoliti infatti, tanto le dispersioni $\varDelta$, quanto le dispersioni T degli assi ottici sono in generale abbastanza forti e dovrebbero quindi obbedire alle regole suddette; ora, mentre l'Heulandite offre un bel caso di dispersione $\varDelta$T concorde per tutto l'intervallo di temperatura da 0° a 350° C., presenta invece la dispersione discorde quando sia fortemente raffreddata sotto zero. Inoltre le tre Zeoliti, Heulandite, Brewsterite, Epistilbite, considerate come isomorfe, non presentano, come abbiam visto, egual tipo di dispersione termo-croica.

Quanto all'Heulandite, il Rinne [58, 71, 93] ha mostrato che l'acqua in essa contenuta esce, molecola a molecola, col riscaldamento, dando luogo via via a nuovi assettamenti molecolari, ed io ho mostrato [100, pag. 30] che nei forti raffreddamenti l'acqua contenuta nell'Heulandite subisce un brusco cambiamento di stato, modificando profondamente le condizioni d'equilibrio interno. All'azione dell'acqua è certamente dovuto l'andamento, dirò così, anomalo della dispersione termo-croica nei forti raffreddamenti.

La variabilità del tenore d'acqua nelle Zeoliti deve anche essere senza dubbio una delle ragioni per le quali nel gruppo dell'Heulandite il tipo della dispersione termo-croica è incostante. Ma bisogna anche tener conto del fatto che la struttura delle Zeoliti è molto complessa e che le poligeminazioni presentate da esse danno luogo a vari dubbi sull'isomorfismo delle tre Zeoliti suddette. L'isomorfismo, evidente nelle relazioni cristallografiche, non è altrettanto evidente nelle relazioni ottiche; e la incostanza del tipo della dispersione termo-croica mi pare una prova di più per dubitare dell'analogia fisica tra queste Zeoliti.

Riassumendo, abbiamo visto che varie circostanze possono intervenire come modificatrici del movimento termo-dispersivo; esse naturalmente rivelano la loro azione specialmente nelle sostanze a dispersione termo-croica debole.

Fra queste circostanze sembra probabile che le più notevoli sieno:

1° La presenza di geminazioni.

2° La variabilità nella composizione chimica, e specialmente la variabilità nel tenore di uno dei componenti, come il ferro nelle Miche e l'acqua nelle Zeoliti.

II.

SULLA DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIFRAZIONE COL METODO DEL PRISMA ALLE BASSE TEMPERATURE FINO A — 190° C.

Descrizione del Rifrattometro.

Lo scopo per il quale ho ideato il rifrattometro che sto per descrivere è anzitutto quello della determinazione degli indici di rifrazione nei cristalli alle più basse temperature.

Si trattava di costruire un rifrattometro-refrigerante che circondasse il prisma da esaminare in modo da preservarlo completamente dal solito nemico delle esperienze a basse temperature, il vapor d'acqua. L'apparecchio da me costruito si applica al Goniometro di Fuess (Mod. II), nel quale, in luogo del sistema di slitte destinato all'impostazione dei cristalli è sostituito il sistema rappresentato nella fig. 1.

Sulla piattaforma E di ebanite, avvitata all'asse A del Goniometro, è fissata la lamina circolare di ottone O solidale col cilindro verticale C, il quale porta tre scanalature lungo tre generatrici equidistanti e in queste scanalature possono scorrere i tre rebbi R, R', R'', i quali inferiormente portano una cremagliera cui è impanata rispettivamente una delle tre viti V, V', V''. Per mezzo di queste viti i rebbi scorrono in senso verticale, talchè l'anello di ottone a, afferrato da essi, può prendere tutte le possibili orientazioni; in questo anello entra a forza il porta-prisma di ebanite P. L'anello di ottone N, abbracciante i tre rebbi, porta una molla M, la quale premendo sopra una lastrina di ebanite, scorrevole nel porta-prisma, riesce a tener fermo in questo il prisma da esaminare. Immediatamente sotto al porta-prisma e appoggiato sopra il cilindro verticale C sta un piccolo recipiente t destinato a contenere un pezzetto di sodio metallico. Sopra i tre sostegni S, S', S'', delle viti V, V', V'' posa una piattaforma B di ebanite, la quale serve di base al refrigerante.

Il refrigerante è, in sostanza, un recipiente di rame (rappresentato in sezione verticale nella fig. 2), destinato a contenere aria liquida o altre sostanze e ad abbracciare il prisma. Le figg. 2 e 3 mostrano altresì come sia possibile dare al prisma la voluta orientazione anche quando esso è già circondato dal refrigerante. Infatti il refrigerante porta delle aperture laterali, che permettono alla luce di arrivare fino

al prisma e di emergerne fino all'occhio dell'osservatore. Ad un'apertura quadrata che si trova nella parete esterna *e* del refrigerante, corrisponde un'eguale apertura nella parete interna *i* (fig. 3); le due aperture sono riunite da un condotto di rame saldato nelle due pareti; lungo questo passa la luce proveniente dal collimatore. Un'altra apertura assai larga, per permettere il passaggio dei raggi emergenti dal prisma in varie direzioni, sta nella parete esterna *e*, e le corrisponde un'apertura più

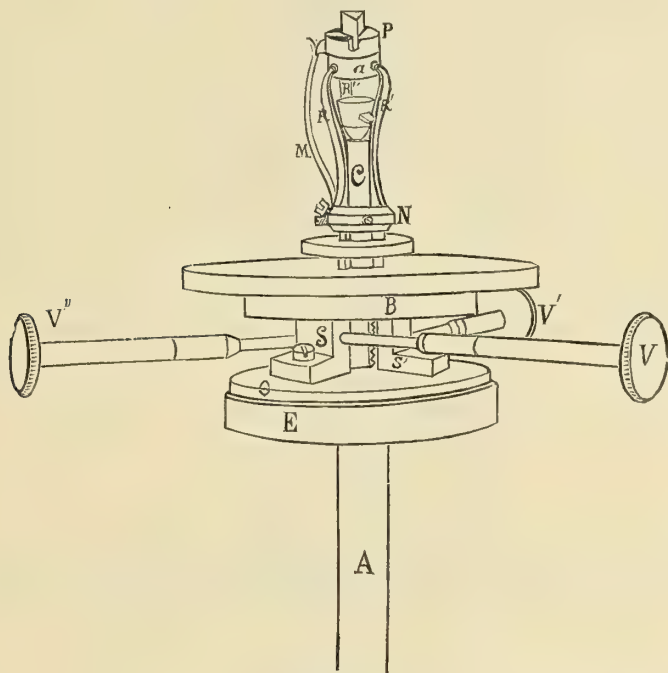



Fig. 1. (circa $^2/_3$ del vero)

stretta nella parete interna *i*; i contorni delle due aperture sono anche qui riuniti da pareti di rame.

Due dischi anulari *d* e *d'* (fig. 2) sono saldati attorno al refrigerante, corrispondenti uno all'estremità superiore, l'altro all'estremità inferiore delle due aperture. Lungo questi due dischi scorre il mezzo anello di legno *L*, rappresentato dalla fig. 4, che internamente porta due scanalature anulari in cui s'incastrano i dischi ed è destinato a chiudere la finestra più larga, affinchè l'umidità non penetri nell'interno. L'altra finestra è circondata da un cilindro di legno *c* (fig. 3) fisso e chiuso da due vetri paralleli (ciascuno a faccie piane e parallele) normalmente ai quali entra la luce nell'interno. Il mezzo anello che copre la finestra più larga porta due aperture quadrate eguali a quella corrispondente al collimatore e circondate, come quella, da un cilindro di legno chiuso con due lamine parallele di vetro a faccie piane e parallele. L'una o l'altra di queste aperture serve, secondo i casi, a ricevere i raggi emergenti dal prisma, e siccome il mezzo anello *L* è scorrevole lungo i dischi *d* e *d'*, così è sempre possibile ottenere che i raggi emergenti dal prisma attraversino i vetri

piani con incidenza normale. Due anelli di legno servono di raccordo, l'uno fra il collimatore e il cilindro di legno che chiude la finestra quadrata, l'altro fra il cannocchiale e uno dei due cilindri fissi nel mezzo anello L; talchè, spostando il cannocchiale, il mezzo anello tien dietro al movimento scorrendo lungo i dischi d e d',

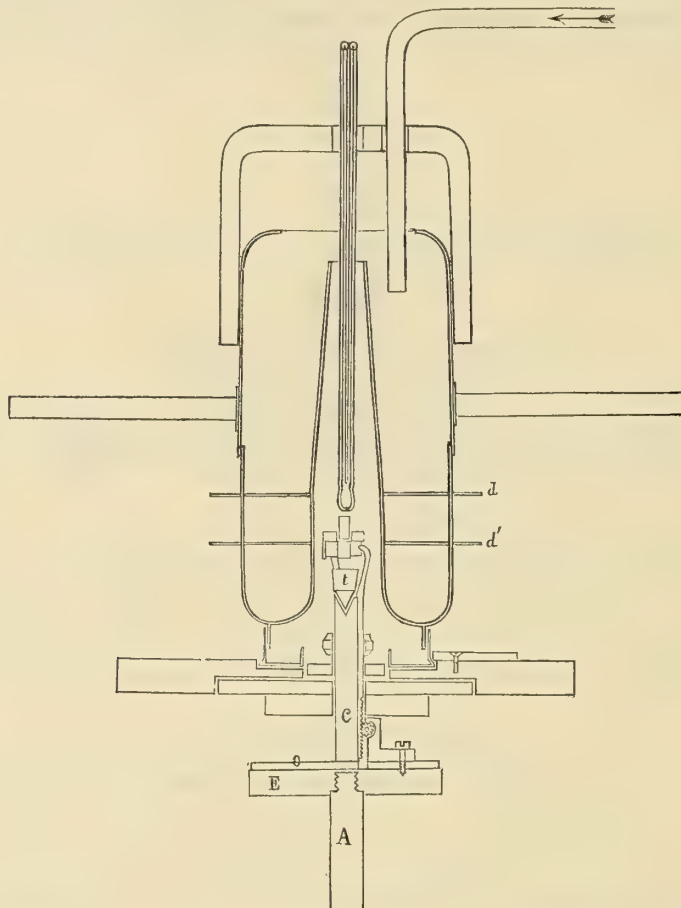



Fig. 2. (circa $^1/_2$ del vero)

Altre parti dell'apparecchio sono due manichi provvisti di morsetti, che permettono di fare scorrere il refrigerante lungo due aste verticali e fissarlo all'altezza voluta. Le aste sono fisse sul piano su cui posa il goniometro e collocate da due parti opposte di questo; il refrigerante poi è chiuso superiormente da un coperchio di legno che porta due fori; in uno di questi penetra il sifone dal quale arriva l'aria liquida; nell'altro penetra la coppia termo-elettrica, che scende fin quasi a contatto col prisma in esame. La saldatura si può portare tanto vicina a questo quanto ci piace.

Intorno al refrigerante poi stanno un cilindro di legno e un inviluppo di tela impermeabile, che hanno il doppio scopo di impedire l'ingresso all'umidità e di mantenere costante la temperatura. Fra il refrigerante e l'inviluppo sta anche uno strato di ovatta, seccata con molta cura.

Nell'ideare il rifrattometro ora descritto mi son valso con grande vantaggio delle indicazioni fornite dall' Offret [66] intorno agli apparecchi da lui usati nelle sue ricerche a temperature elevate. Ho, naturalmente, cercato di migliorare le condizioni sperimentali ove ho potuto, ma talvolta i mezzi di cui ha disposto l'Offret

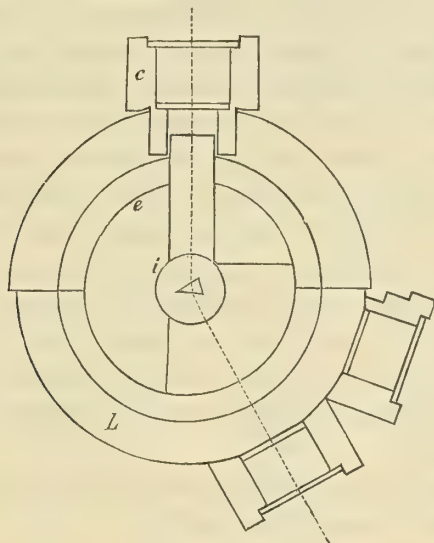



Fig. 3.

superano, per la sensibilità raggiunta, quelli di cui ho potuto disporre io. Un breve cenno comparativo tra gli apparecchi dell'Offret e i miei non sarà inutile.

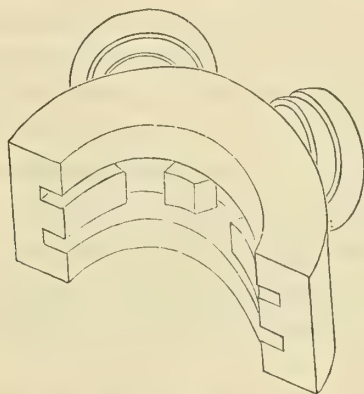



Fig. 4.

Egli usò, come me, il metodo del prisma, adattando una stufa sopra un goniometro Brünner costruito espressamente e capace di dare per stima i 5″. L'autore desume dalla formula $n = \frac{\operatorname{sen} \frac{\overline{A + \delta}}{2}}{\operatorname{sen} \frac{A}{2}}$ l'errore che, per un errore di 1″ nella valuta-

zione di A o di δ, risulta nella determinazione di n e trova questo errore eguale a 0,000004 circa. Ora, il goniometro di Fuess da me usato, dà per stima i 10″, ciò che porta un errore nella determinazione di n sulla quinta cifra decimale.

La stufa ad aria dell'Offret è composta di tre cassette cilindriche concentriche di rame attraversate da due tubi per i quali passano i raggi luminosi. Questi tubi son fissi e sono chiusi da vetri piani; la direzione dei tubi è tale che i raggi luminosi cadono con incidenza normale sui vetri solo nel caso di $A = 53°$ e $\delta = 36°$. Perciò l'autore è costretto a calcolare gli errori derivanti dalla non incidenza normale della luce sui vetri. Io ho preferito usare una disposizione tale che permetta in ogni caso l'incidenza normale. La mia disposizione presenta anche un altro vantaggio, e cioè le variazioni di temperatura lungo il tragitto del raggio emergente dal prisma avvengono in piani normali al raggio stesso e quindi anche l'indice di rifrazione dell'aria varia colla stessa legge e il raggio non viene deviato. Infatti nell'intorno del prisma la temperatura si può ritenere costante; e il tratto tra le pareti interna ed esterna del refrigerante per cui passa il raggio, è circondato in modo uniforme da pareti di rame, circondate a lor volta dall'aria liquida; lo strato d'aria compreso tra i due vetri piani, circondato da un cilindro di legno a grossa parete, è perpendicolare al raggio.

Basta dunque tener conto della temperatura dell'aria all'emergenza dal prisma, temperatura fornita dalla coppia termo-elettrica.

Determinazione delle temperature.

La coppia termo-elettrica è la stessa coppia ferro-constantano già da me descritta in altro lavoro [100, pag. 8], ma in queste nuove esperienze ha subìto una nuova e più accurata taratura, sia perchè in essa è stato cambiato il filo di ferro, sia per rendere più esatta la determinazione delle temperature. Di essa ho determinato la curva tra + 200° C. e — 190° C.: per le temperature superiori a zero è facile il confronto con un buon termometro a mercurio; ma per le temperature negative occorre fissare alcuni punti speciali ed io ho scelto i seguenti:

1° La temperatura di fusione del *mercurio* che è — 38°,9;

2° La temperatura di liquefazione dell'*etilene* che è — 103°,5 (Wroblewski);

3° La temperatura di ebollizione dell'*ossigeno* che è — 181°,5 secondo Wroblewski.

Per ottenere la fusione del mercurio, questo fu precedentemente distillato nel vuoto coll'apparecchio di Mendelejew.

Per ottenere la liquefazione dell'etilene il processo è più complicato. L'etilene è ottenuto per l'azione dell'acido solforico sull'alcool, purificato con idrato potassico dalle tracce di anidride solforosa, seccato e quindi solidificato con l'aria liquida, avendo cura che la riduzione di volume avvenga fuori del contatto dell'aria ambiente. La fig. 5 mostra il procedimento seguìto per la solidificazione. L'etilene, che ha già subìto un primo raffreddamento in un serpentino immerso in un miscuglio frigorifero

e che arriva per il tubo di efflusso E, esce per M finchè è chiuso il rubinetto T. Ad un certo momento viene introdotto in M un po' di mercurio e aperto T. Allora il gas, passando per g, riempie il tubo d'assaggio A ed esce per T. Dopo di che, sollevando il tubo *a vuoto* D contenente aria liquida, il tubo A resta completamente immerso in questa. Il mercurio versato impedisce l'uscita del gas per M e contemporaneamente indica la pressione a cui si trova il gas in A, essendo necessario che questa pressione sia un poco superiore alla pressione atmosferica, il che si ottiene regolando convenientemente l'efflusso da A col rubinetto T. Nel tubo a vuoto vien man-

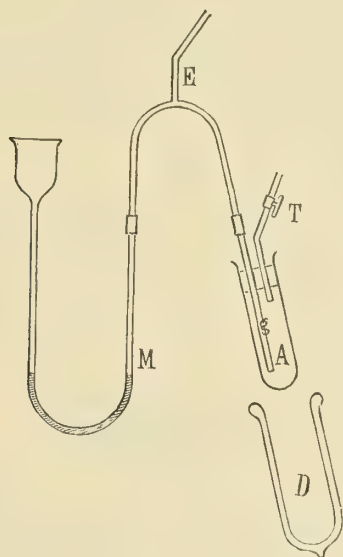



Fig. 5.

tenuta l'aria liquida per mezzo di un sifone fino a che in A non si sia formata una quantità sufficiente di etilene solido. Allora si sospende l'operazione e s'introduce in A la saldatura della coppia termo-elettrica: durante l'ebollizione dell'etilene il galvanometro mantiene con esattezza una deviazione costante.

Per ottenere ossigeno puro in ebollizione sono ricorso al fatto che l'aria liquida, evaporando, perde l'azoto prima dell'ossigeno, talchè, filtrando una certà quantità d'aria liquida e lasciandola evaporare fino a ridurre il suo volume a circa $^1/_{10}$ del primitivo, il residuo è ossigeno liquido, abbastanza puro. Io ho avuto la conferma di questo fatto verificando che, durante l'evaporazione dell'aria liquida, la deviazione dell'ago del galvanometro andava lentamente variando fino ad un certo limite, dopo il quale rimaneva costante fino a quasi completa evaporazione del residuo. Il risultato di parecchie determinazioni eseguite rispettivamente alle temperature di — 39°, — 103°,5, — 181°,5 fu che le ordinate della curva costruita sulle deviazioni fornite dal galvanometro crescono un poco più rapidamente di quel che vorrebbe la formula di Holborn e Wien.

La fig. 6 mostra le due curve, e i numeri scritti come ordinate sono proporzionali alle forze t. e. m. rispettive.

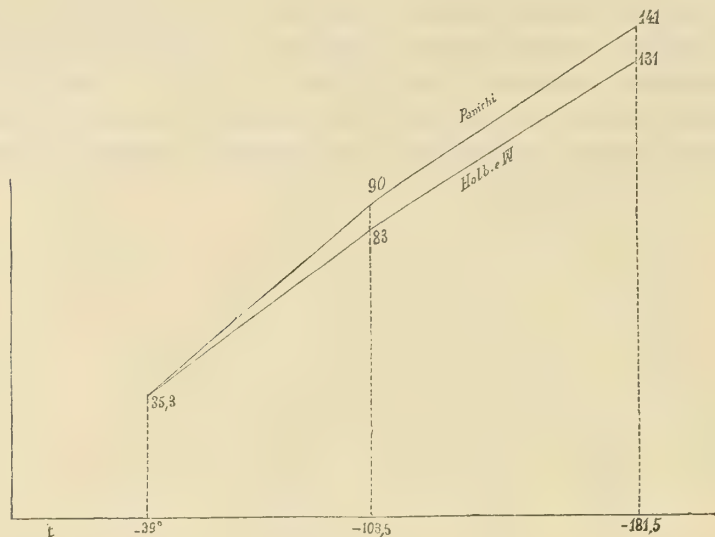



Fig. 6.

Esperienze.

Scopo. — Date le difficoltà sperimentali che s'incontrano alle basse temperature, il primo e vero scopo delle mie esperienze era di verificare se il rifrattometro da me proposto corrispondeva bene ai criteri da cui ero partito nell'idearlo.

Posso affermare che esso ha corrisposto pienamente; giacchè con esso si arriva ad eliminare affatto l'umidità, e quindi qualunque annebbiamento lungo il cammino dei raggi, si mantiene costante la temperatura, anche bassissima, senza raffreddare il goniometro; e tutti i movimenti delle varie parti dell'apparecchio si mantengono agevoli: basterebbe il più sottile strato di ghiaccio per impedire ogni movimento.

Molti attraenti argomenti di studio si affacciano alla mente, atti ad utilizzare il rifrattometro ad aria liquida; ma formeranno lo scopo di ricerche avvenire.

Procedimento generale di un'esperienza. — Impostato il prisma prima di circondarlo col refrigerante, si scompone questo nelle varie sue parti scaldandole ad una ad una in modo da liberarle completamente dall'umidità e lasciandole quindi raffreddare in un recipiente chiuso, seccato con acido solforico. Si rimonta rapidamente l'apparecchio; si introduce nel refrigerante un tubo di vetro contenente sodio metallico; un pezzetto di sodio si mette pure nel piccolo recipiente t che sta sotto al porta-prisma; si abbassa il refrigerante sulla piattaforma B; si fissa al collimatore e al cannocchiale mediante gli anelli di raccordo; si chiude intorno a questi l'inviluppo impermeabile; si stappa il piccolo foro centrale che è sopra al coperchio del refrigerante e vi s'introduce la coppia termo-elettrica; si stappa l'altro foro che è sul coperchio e vi si introduce il sifone dell'aria liquida. Allora si verifica se, durante

l'operazione, l'impostazione del prisma è rimasta inalterata; si corregge se occorre; si fanno le prime misure a temperatura ambiente e poi si versa l'aria liquida e, stabilito l'equilibrio, si fanno le misure definitive, leggendo contemporaneamente sul goniometro e nel cannocchiale del galvanometro.

Calcite. — Molti esperimentatori hanno determinato gli indici di rifrazione della calcite alle temperature ordinarie; ridotte a 20° C. molte di queste determinazioni, si trova, come valore medio per la riga D:

$$\omega = 1,65839 \quad ; \quad \varepsilon = 1,48643 ;$$

da cui:

$$\omega - \varepsilon = 0,17196 .$$

Un prisma di Spato d'Islanda mi ha dato, a 10° C. (riga D):

$$\omega = 1,65818 \quad ; \quad \varepsilon = 1,4869 ;$$

da cui:

$$\omega - \varepsilon = 0,17128 .$$

Il prisma stesso, alla temperatura di — 152°, mi ha dato:

$$\omega' = 1,6580 \quad ; \quad \varepsilon' = 1,4841,$$

calcolati rispetto all'aria a — 152° (¹);
da cui:

$$\omega' - \varepsilon' = 0,1739 .$$

Le dispersioni φ_ω , φ_ε dei due raggi emergenti dal prisma, nello stesso intervallo di temperatura, furono:

$$\varphi_\omega = 0^\circ,4' \quad ; \quad \varphi_\varepsilon = 0^\circ,5'40'' .$$

Si può dunque concludere che il raggio ordinario subisce una dispersione minore che lo straordinario, ciò che dà luogo ad un aumento della birifrazione durante il raffreddamento, come si ricava anche dalle differenze $\omega - \varepsilon$, $\omega' - \varepsilon'$. L'indice ordinario decresce appena di 0,00018, mentre lo straordinario decresce di 0,0028.

Quarzo. — Nel quarzo accadono variazioni di senso contrario a quelle riscontrate nella Calcite. Abbassando la temperatura da + 12° a — 157° C, gli indici di rifrazione crescono ambedue e più l'ordinario che lo straordinario.

La birifrazione diminuisce, disperdendosi il raggio ordinario assai più rapidamente che lo straordinario.

Infatti, con un prisma di quarzo del Gottardo, ho trovato, per la riga D:
a + 12°:

$$\omega = 15440 \quad ; \quad \varepsilon = 1,5534$$

$$\omega - \varepsilon = 0,0094$$

(¹) Per calcolare rispetto al vuoto questi valori, come pure quelli ottenuti col quarzo e colla calamina, occorre conoscere l'indice di rifrazione dell'aria fra 0° e — 190° C.

In mancanza di misure dirette, si potrebbe estrapolare una delle formule [95, 1°, pag. 78] che danno i valori dell'indice alle varie temperature positive; ma non si avrebbe troppa garanzia di esattezza.

a — 157°:

$$\omega' = 1{,}5479 \quad ; \quad \varepsilon' = 1{,}5546$$
$$\omega' - \varepsilon' = 0{,}0067$$
$$\varphi_\omega = 0°{,}13' \quad ; \quad \varphi_\varepsilon = 0°{,}4'.$$

Quindi l'indice ordinario è cresciuto di 0,0039, e lo straordinario è cresciuto di 0,0012.

Calamina. — Nessuno, che io sappia, ha determinato la variazione degli indici di rifrazione della Calamina in funzione della temperatura.

Due prismi di Calamina di Bleiberg (Karuck), tagliati dallo stesso cristallo ed esaminati con luce del sodio, mi hanno dato rispettivamente:

$$1° \ (t = 13° \text{ C.}) \quad \alpha = 1{,}61376$$
$$\gamma = 1{,}6355$$
$$2° \ (t = 12°\tfrac{1}{2}) \quad \beta = 1{,}61673$$
$$\gamma = 1{,}63576.$$

I prismi stessi, limpidissimi, hanno permesso buone determinazioni a basse temperature, ed ho avuto:

dal 1° ($t = -185°$ C.):

$$\alpha' = 1{,}6132$$
$$\gamma' = 1{,}6348;$$

dal 2° ($t = -172°$):

$$\beta' = 1{,}6135$$
$$\gamma' = 1{,}6355.$$

Quindi tutti tre gli indici sono diminuiti, infatti dal 1° prisma si ha

$$\alpha - \alpha' = 0{,}0005 \quad ; \quad \gamma - \gamma' = 0{,}0007$$
$$\varphi_\alpha = 1'30'' \qquad \varphi_\gamma = 2'10'';$$

dal 2°:

$$\beta - \beta' = 0{,}0032 \quad ; \quad \gamma - \gamma' = 0{,}0002$$
$$\varphi_\beta = 10' \quad ; \quad \varphi_\gamma = 1'30''.$$

La differenza $\beta - \beta'$ mostra che l'indice β subisce nel raffreddamento una diminuzione più forte che α e γ; infatti essa sola ha una cifra significativa alla 3ª decimale. Questa maggior diminuzione di β rispetto agli altri due indici porta come conseguenza un aumento nell'angolo degli assi ottici; e ciò sta d'accordo col risultato del Des-Cloizeaux (19, pag. 555), che cioè nella Calamina l'angolo assiale decresce durante il riscaldamento.

III.

SULLA MISURA DELL'ANGOLO DEGLI ASSI OTTICI DI UNA SOSTANZA BIASSICA, SCALDATA IN UN LIQUIDO.

Determinazione di $\frac{dV}{dt}$. — Per solito si conosce, delle sostanze, l'angolo apparente 2E, nè sempre se ne può con precisione dedurre il valore di 2V per via dell'imperfetta conoscenza degli indici. Ricerche dirette per conoscere la variazione di 2V nelle singole sostanze in funzione di t non ne esistono affatto e ciò forse perchè, dipendendo la variazione di 2V da quella degli indici α, β e γ, si può dedurre col calcolo, come per esempio ha fatto l'Offret, la variazione di 2V dalle variazioni degli indici in funzione di t. Ma i valori che si ricavano per 2V dai valori degl'indici non sono sufficientemente approssimati e cioè lo sono meno di quelli che si possono ottenere dalle misure dirette, come risulta subito dando un'occhiata alla formula che dà il valore di V in funzione di α, β e γ.

Un altro metodo, diciamo, semidiretto, consiste nel dedurre la variazione di V da quelle di E e β. Molte misure dirette per la determinazione di $\frac{dE}{dt}$ furono eseguite dal Des-Cloizeaux; ma, prima di tutto, bisogna convenire ch'egli non raggiunse tutta la precisione desiderabile; in secondo luogo egli non fornì insieme i valori di $\frac{d\beta}{dt}$; quindi nemmeno con questo metodo sono state eseguite ricerche complete.

Un terzo metodo diretto consiste nella determinazione di $2E_a$ e $2E_0$ alle varie temperature e questo metodo ha il vantaggio di sostituire la fabbricazione di un prisma con quella più facile di una lamina ed è certamente il più esatto di tutti; pure non è sempre comodo determinare l'angolo $2E_0$, anzi, operando nell'aria come ha fatto il Des-Cloizeaux non è, in generale, possibile misurarlo; ma basterà sostituire all'aria un liquido trasparente di conveniente rifrangenza di cui possa determinarsi con esattezza la variazione dell'indice, per rimediare a questo inconveniente.

Dalle cose dette si vede subito come il terzo metodo, quando è possibile seguirlo, sia il preferibile perchè sperimentalmente più semplice, più diretto e quindi più esatto.

Scelta del liquido. — Il liquido da usarsi per immergervi le lamine deve, come ho detto sopra, possedere varî requisiti ed io ho scelto, per le mie esperienze, la *nitrobenzina*, la quale è assai trasparente, bolle a 209°, è un composto stabile, a indice costante per ogni temperatura; è inerte sopra molte sostanze; però richiede una certa cautela nell'adoperarla, essendo infiammabile. L'olio, che suole usarsi a temperature ordinarie, non serve affatto per temperature elevate, alterandosi col calore e non conservando quindi un indice di rifrazione costante per una data temperatura.

Determinazione di $\frac{dn}{dt}$ della nitrobenzina. — Per determinare l'indice di rifrazione della nitrobenzina alle varie temperature fino a 200°, ho costruito un prisma da liquidi tutto di rame e argentato, il quale possiede due fori circolari sulle due faccie d'incidenza e d'emergenza, chiusi da lastre di vetro a faccie piane e parallele. Affinchè la chiusura colle lastre di vetro fosse perfetta fino a 200°, i fori praticati nel prisma sono guarniti da due anelli di ottone, a vite e contro-vite, atti a premere convenientemente le lastre contro le pareti interponendo tra l'anello premente e il vetro una rondella di gomma (la gomma non viene in contatto con la nitrobenzina, ma, ad ogni modo, ho usato una qualità di gomma quasi insolubile nella nitrobenzina). Il prisma ha un coperchio di rame, in cui un foro permette d'introdurre nel prisma un termometro; questo è provvisto di due alette con cui si agita il liquido. Per far l'esperienza il prisma vien collocato in una scatola cilindrica di latta provvista di due finestre in corrispondenza coi fori circolari del prisma. Il riscaldamento è fatto mediante una piccolissima forgia a gas sulla base del prisma attraverso ad un'apertura della scatola che viene chiusa appena cessato il riscaldamento. Le misure sono eseguite durante la discesa del termometro.

Per la riga D, Gladstone e Dale trovarono a 25° C., $n = 1,5465$, $\frac{dn}{dt} = -0,000508$; Brühl trovò a 20° C., $n = 1,55291$; Gladstone, a 7°5 C., trovò $n = 1,5580$; con nitrobenzina acquistata da Merck, io ho trovato $n = 1,55064$ a 15° C.

La seguente tabella dà i valori di n tra 15° e 200° C, per la riga del sodio.

t	n	t	n
15°C	1,5506	104	1,5141
24	1,5458	118	1,5082
33	1,5426	128	1,5043
45	1,5375	144	1,4980
56	1,5332	153	1,4943
64	1,5301	166	1,4891
74	1,5261	180	1,4832
86	1,5214	200	1,4749
96	1,5174		

Apparecchio per la misura dell'angolo degli assi ottici. — L'apparecchio che ho costruito, è, in sostanza, un recipiente destinato a contenere la nitrobenzina e ad essere scaldato fino a 200° mentre è interposto tra le due parti del conoscopio collocato orizzontalmente. Il recipiente (fig. 7) è di rame argentato, a sezione rettangolare; nella metà superiore le due pareti maggiori, e fra loro parallele, distano di 2 mm. Nel centro di ciascuna di queste pareti sta un foro circolare chiudibile con lastra di vetro a faccie piane e parallele. La fig. 8, che rappresenta una sezione

orizzontale del recipiente fatta ad un'altezza tale da tagliar per metà le finestre circolari suddette, mostra come sia possibile collocare le due lastre di vetro a distanze differenti tra loro. Infatti alla lastra L' si possono sostituire lastre di diametro via via maggiore, le quali perciò rimarranno sempre più distanti dalla lastra fissa L. Questa è a contorno conico ed è circondata dall'anello di piombo p, che si adatta perfettamente sul contorno conico della lastra ed in quello pure conico della finestra praticata nella parete. L'anello a vite V, girando nella madrevite anulare M, preme

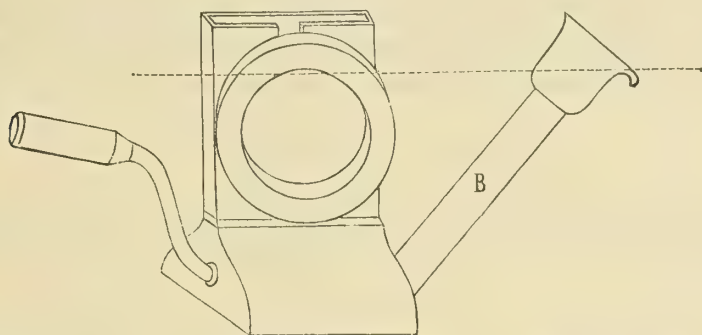



Fig. 7. (circa $^1/_3$ del vero)

la lastra di vetro (vi sono interposte due rondelle, una di gomma e una di ottone) in modo da ottenere una chiusura a tenuta perfetta. Così pure la lastra L' circon-

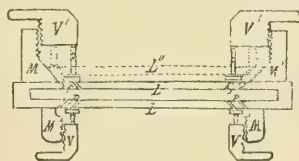



Fig. 8.

data dal disco p' sta a tenuta contro l'apertura conica dell'anello madrevite M', ma qui un cilindretto metallico C è interposto tra la lastra e l'anello a vite V'; e quando alla lastra L' se ne sostituisce un'altra di diametro maggiore, questa è corredata di un altro disco di piombo e di un altro cilindretto (più corto) come indica la fig. 8 nei tratti punteggiati.

Per impedire che, durante il riscaldamento, il livello del liquido s'innalzi, il recipiente è provvisto di un beccuccio laterale B, dal quale il liquido sgorga (in un bicchiere sottostante) quando tende a oltrepassare un certo livello.

Durante il raffreddamento poi il liquido del bicchiere, mantenuto via via a temperatura eguale a quella del liquido del recipiente, viene versato a goccia a goccia nel beccuccio B, in modo da mantenere costante il livello.

Sebbene la distanza fra le due pareti verticali e parallele del recipiente sia, come ho detto sopra, di 2 mm. circa, la lamina da studiare entra comodamente nel-

l'apparecchio, giacchè lungo il tratto che essa deve percorrere per entrarvi, le faccie interne delle due pareti suddette sono scavate in modo da lasciare un passaggio sufficiente alla lamina. Questa è raccomandata a una piccola pinzetta (fig. 9) in cui resta stretta dalla vite che agisce sulla molla *m*, scorrendo lungo un asse verticale. La pinzetta è solidale con una piccola sfera, girevole in tutti i sensi fra i rebbi di una forcella, fissa all'estremità inferiore di una bacchetta verticale, che sta sull'asse di rotazione di un lembo graduato orizzontale provvisto di nonio.

Fig. 9.

Nel recipiente penetra la coppia termo-elettrica (v. pag. 56), che può collocarsi tanto vicina quanto si vuole alla lamina. Intorno al recipiente sta un doppio inviluppo di latta e di sughero.

Ricerche sulla Barite.

La variazione dell'angolo 2E colla temperatura è stata studiata, per la Barite, dal Des-Cloizeaux [19, pag. 553] e dall'Arzruni [26]. Costruendo la curva (fig. 10 A)

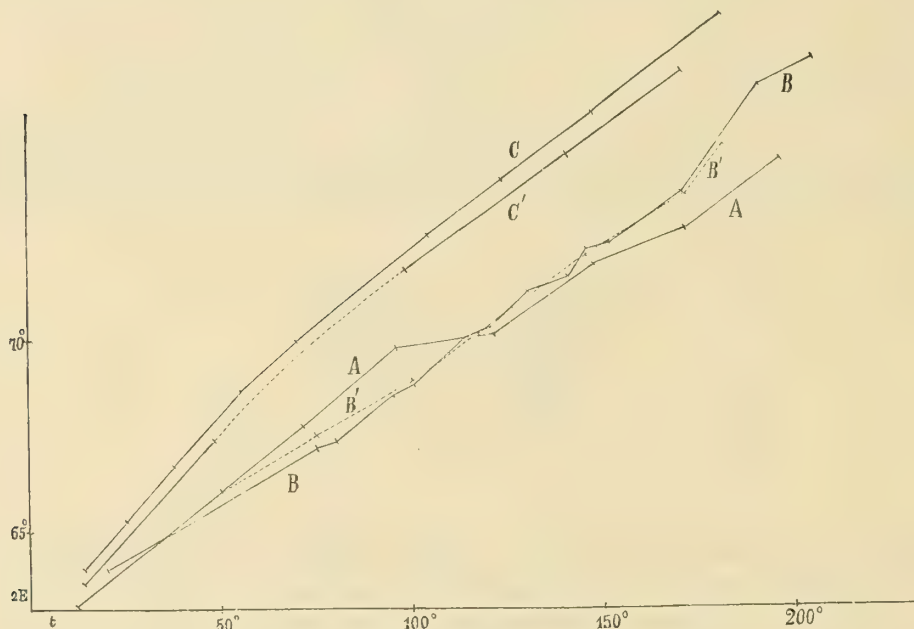



Fig. 10.

sulle variazioni misurate mediante la solita stufa ad aria del Des-Cloizeaux, salta subito agli occhi la sua irregolarità, la quale, o è lo specchio della irregolarità presentata dal fenomeno, o è l'esempio della poca esattezza raggiunta dall'esperimentatore. Anche l'Arzruni ha adoprato una stufa ad aria e ha dato i risultati delle misure sia durante l'innalzamento, sia durante la discesa della temperatura.

Le curve B e B′ costruite su questi risultati sono più regolari della curva A, ma differenti da essa e fra loro. La più regolare è la curva B′ ottenuta durante il raffreddamento, che infatti procede sempre con maggior regolarità del riscaldamento.

E perciò l'andamento irregolare delle tre curve, piuttostochè a cause perturbatrici inerenti alla costituzione del cristallo, deve ascriversi a cause esterne, e cioè al metodo della stufa ad aria, ed alla consuetudine, sempre seguita dal Des-Cloizeaux, di far le misure a temperatura crescente.

L'unica somiglianza tra le irregolarità delle tre curve si ha verso i 170° C.; e potrebbe rappresentare un effettivo aumento di velocità nel moto termo-dispersivo.

Io ho avuto a disposizione un cristallo di Barite di Frizington Cumberland, dal quale ho tagliato due lamine, una delle quali normale ad Ω_1, l'altra normale ad Ω_2, ed ho misurato gli angoli $2k_a$ e $2k_o$ nella Nitrobenzina, fra 14° e 182° C., durante il ritorno alla temperatura ambiente.

Colla 1ª lamina ho ottenuto, a 14° C.:

$$2k^v \text{ (vetro cobalto)} = 39{,}59'$$
$$2k^\rho \text{ (vetro rosso)} = 39{,}46'$$

da cui, essendo $n = 1{,}5511$ l'indice della nitrobenzina ottenuto per estrapolazione dai valori della tabella di pag. 62, risulta:

$$2E^v = 64°{,}3'{,}20'' \quad ; \quad 2E^\rho = 63°{,}41'.$$

La stessa lamina, esaminata precedentemente nell'aria, a 15°,4 C. mi aveva dato:

$$2E^v = 64°{,}5' \quad ; \quad 2E^\rho = 63°45'.$$

Durante il raffreddamento della nitrobenzina, portata quasi all'ebollizione, ho avuto i risultati contenuti nel seguente prospetto:

t	$2K^v$	$2K^\rho$	t	$2K^v$	$2K^\rho$
182°	54,34		70°	44,4	
170		49,28	55 ½	43,8,30	
147	48,34		48		42,20
140		47,25	38	41,44	
123	46,9,30		25	40,52	
104	46,4		14	39,59	39,46
98		45,29,30			

Da questo prospetto e riferendosi a quello della pag. 62, per ricavarne i valori dell'indice di rifrazione della nitrobenzina alle temperature qui indicate, si ottiene il prospetto seguente, sul quale son costruite le curve C, C′ della fig. 10.

t	n	$2E^v$	$2E^\rho$
182	1,4824	78°,34′	
170	1,4874		76°,58′
147	1,4968	75, 50	
140	1,4996		74, 45
123	1,5062	74, 6	
104	1,5141	72, 40	
98	1,5166		71, 48
70	1,5277	69, 56	
55 ½	1,5334	68, 38	
48	1,5364		67, 23
38	1,5446	66, 45	
25	1,5454	65, 18	
14	1,5511	64, 5	63, 45

L'andamento della curva è abbastanza regolare e mi par sufficiente per dimostrare la bontà del metodo da me seguìto. Da essa si vede come la dispersione Δ degli assi ottici tenda ad aumentare colla temperatura, e come la dispersione T sia stata più forte nella mia lamina che in quelle di Des-Cloizeaux e di Arzruni.

La 2ª lamina, normale ad Ω_2, era, purtroppo, meno limpida della precedente; inoltre, nella nitrobenzina, mentre lasciava veder bene i due sistemi di anelli attorno ai due apici, non permetteva invece di fissar con esattezza la posizione di questi davanti al crocifilo, essendo gli apici stessi molto sfumati ed incerti; l'angolo $2k_o$, misurato a 12° C., risultò:

$$2k_o^v = 159°\tfrac{1}{2} \quad ; \quad 2k_o^\rho = 164° .$$

Le metà di questi valori, combinate rispettivamente coi valori k_a^v, k_a^ρ trovati sopra, danno (fra 12° e 14° C):

$$2V_a^v = 38°19' \quad ; \quad 2V_a^\rho = 37°,54'\tfrac{1}{2} .$$

Questi valori sono un po' più forti del valore $2V = 37°,28'$, calcolato dall'Arzruni con $\beta = 1,6371$ e $2E = 64°,1$ misurati, per la luce del sodio, a 20° C.

A 110° C. ebbi $2k_o^\rho = 152$ circa. Fra 12° e 100° C. non potei apprezzare nessuna variazione nella forte dispersione apparente degli assi ottici.

IV.

RICERCHE SULLA POLARIZZAZIONE ROTATORIA DEL QUARZO ALLA TEMPERATURA DELL'ARIA LIQUIDA.

Il fenomeno della polarizzazione rotatoria fino a questi ultimi tempi riscontrato soltanto in alcune categorie di sostanze uniassiche e recentemente da Pocklington (1) e da Dufet (2) anche in sostanze biassiche, subisce variazioni col variare della temperatura, e sotto quest'aspetto è già stato studiato nei cristalli da vari autori. Fizeau [17], v. Lang, Joubert [29], Sohncke [30], Le Chatelier [64] studiarono l'influenza del calore sulla polarizzazione rotatoria del Quarzo per temperature superiori alla temperatura ambiente. Soret e Guye [80] fecero esperienze a basse temperature mediante un miscuglio frigorifero di alcool e anidride carbonica. Recentemente il Levi [99] portò il Quarzo alla temperatura dell'aria liquida.

Chiamando φ_t e φ_o le rotazioni subìte dal piano di polarizzazione rispettivamente alle temperature t^0 e 0^0, si ha:

$\varphi_t = \varphi_0 (1 + \alpha t)$; il coefficiente α è variabile con t; tutti gli esperimentatori sono d'accordo nel ritenere il potere rotatorio, e quindi anche α, crescenti colla temperatura. A 570° il Quarzo subisce una variazione brusca (Le Chatelier) e la rotazione del piano di polarizzazione, oltre 570°, varia debolissimamente colla temperatura, come è stato provato da Le Chatelier fino a 1500° C. In ogni caso però α è crescente con t.

Dufet riferisce [95, 3°, pag. 792] i varî valori assegnati ad α. Per es. v. Lang trovò:

$$\alpha = 0{,}000149 \text{ tra } 20° \text{ e } 100° \text{ C.}$$

Soret e Guye trovarono $\alpha = 0{,}0001326$ a $-55°$.
$= 0{,}0001265$ a $-71°$.

Il Levi ha trovato $\alpha = -0{,}00016$ tra $+12°$ e $-180°$
ossia α diminuirebbe considerevolmente tanto da raggiungere un valore negativo; però il Levi stesso dichiara che le proprie osservazioni sono soltanto approssimate per la difficoltà creata dalla neve che si forma sopra le lenti e la lamina in esame. Egli tiene la lamina direttamente immersa nell'aria liquida entro un doppio recipiente di ottone nichelato; nello spazio esistente tra le doppie pareti è stato fatto il vuoto e le quattro aperture necessarie al passaggio della luce sono chiuse con vetri piani; la lamina da lui adoperata ha, probabilmente, lo spessore di $4\frac{1}{2}$ mm. circa, essendo 99°25 (Na) la rotazione da essa prodotta.

(1) Philos. Magaz., 6ª serie, t. II, 1901, pag. 361.
(2) Bull. Soc. Fr. Min., 1904, XXVII, pag. 156.

Per determinare la rotazione subìta dal piano di polarizzazione nel Quarzo alla temperatura dell'aria liquida, io ho adoperato l'apparecchio polarizzante rinchiuso nella solita cassetta già descritta altra volta [100, pag. 7]. Tra i due pezzi dell'apparecchio polarizzante (ortoscopio) sta uno speciale refrigerante ad aria liquida rappresentato dalla figura 11. Esso è un recipiente di rame a doppia parete, l'esterna è un cilindro (altezza, = diametro = 45 mm.), l'interna è a seziona rettangolare e permette d'introdurvi il campione di Quarzo da esaminare. Le basi A e B sono sal-

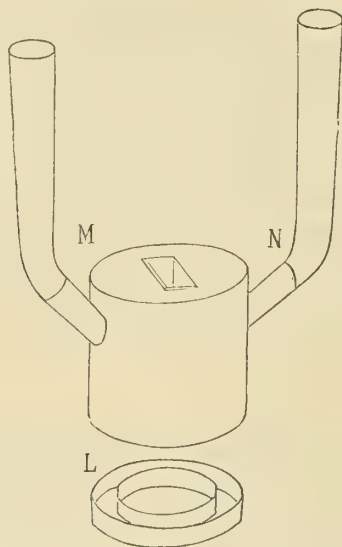



Fig. 11.

date superiormente e inferiormente alle pareti suddette in modo da chiudere completamente il refrigerante. Esso però possiede due aperture laterali M ed N destinate al passaggio dell' aria liquida che, durante l'esperienza, riempie lo spazio compreso tra le due pareti. Lo spazio centrale abbracciato dal refrigerante è aperto sopra e sotto, ma, nella parte inferiore esiste un battente su cui poggia il Quarzo, che è a sezione rettangolare e simile, ma un poco minore, a quella della parete interna. Questo refrigerante viene raccordato mediante due anelli di legno ai due pezzi dell'ortoscopio. Per sopprimere completamente, l'umidità lungo il tragitto dei raggi luminosi due piccoli recipienti anulari, collocati, uno sopra, l'altro sotto al refrigerante e contenenti del *sodio metallico*, hanno l'ufficio di asciugare i piccoli spazi racchiusi dai raccordi di legno; tutta la cassetta poi, in cui sta chiuso l'apparecchio, è tenuta asciutta con acido solforico e cloruro di calcio.

Per rendere sensibile il più possibile l'esperienza, ho pensato di utilizzare l'oculare di Bertrand *rendendolo solidale col Nicol analizzatore*, collocato sopra ad esso colla sezione principale perfettamente simmetrica rispetto ai settori dell'oculare. Per raggiungere questo scopo ho sostituito all'analizzatore dell'apparecchio polarizzante il Nicol del microscopio, provvisto di cerniera graduata. La determinazione dell'angolo di rotazione riesce, in tal modo, molto esatta.

La mia disposizione ha il vantaggio di lasciar libero il passaggio alla luce senza l'interposizione di vetri piani, che sono troppo esposti ad annebbiarsi. Inoltre è completamente eliminato l'inconveniente dell'umidità per l'azione energica del sodio metallico. La sensibilità, grandissima coll'uso dell'oculare di Bertrand, è resa anche maggiore adoperando un Quarzo di grande spessore (mm. 23,8 circa). Finalmente ho usato una sorgente di luce (Na) molto intensa.

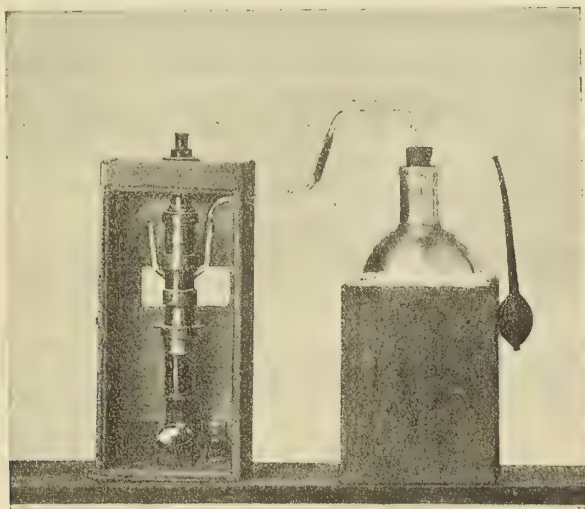



Fig. 12.

Il risultato delle mie esperienze è il seguente:

Rotazione a sinistra a	12° C	$= \varphi_t = 519°$
" " a	— 190°	$= \varphi_a = 509°,24'$
	Differenza	$= 9°,36'$

Da cui:

$$\frac{\varphi_t}{\varphi_t - \varphi_a} = 54,06$$

$$\alpha = 0,000093 .$$

Questo risultato, mentre sta d'accordo con quelli di tutti gli esperimentatori (i quali hanno sempre trovato α positivo e crescente colla temperatura), si oppone al risultato del Levi, su riferito; infatti egli, il solo che abbia esperimentato in proposito alla temperatura dell'aria liquida, avendo trovato $\alpha = -0,00016$ conclude che la diminuzione di α colla temperatura è stata così forte da oltrepassare lo zero e rendere negativo il coefficiente stesso. Egli trova una rotazione maggiore alla temperatura dell'aria liquida ($\varphi_a = 102°$ circa) che non alla temperatura ordinaria ($\varphi_t = 99°,25'$). Io invece ho trovato perfettamente il contrario.

Ora il Levi, nella sua breve Nota, dice che le sue osservazioni sono soltanto « approssimate »; che « tutte le parti trasparenti dell'apparecchio esposte all'aria

si ricoprono assai rapidamente di uno strato di neve che ne impedisce la visione »; che « la rotazione prodotta dalla lamina a $+12^\circ$ e alla temperatura dell' aria liquida rimane quasi inalterata: se mai, c'è tendenza ad aumentare ». Lo spessore della lamina usata dal Levi è troppo piccolo per ottenere una rotazione abbastanza grande; il metodo usato è assai complicato; la temperatura raggiunta, non misurata direttamente, viene giudicata di circa — 180°, senza addurne il motivo; non si sa se il Quarzo è destrogiro o levogiro.

D'altra parte la mia esperienza è proceduta colla massima semplicità, senza il minimo annebbiamento, con determinazioni ripetute molte volte e sempre identiche.

Io quindi ritengo insussistente il cambiamento di segno nel valore di α, e ritengo invece esatto nelle prime cinque cifre decimali il valore di α trovato da me.

INDICE BIBLIOGRAFICO

1. 1826. Mitscherlich E., Pogg. Ann. 8, pag. 519.
2. 1828. Mitscherlich E., *Ueber die Aenderung der krystallisirten Körper durch die Wärme.* Abhandl. Berl. Akad. Jahr. Physik. Klasse, pag. 201. Berlin.
3. » Rudberg F., *Untersuchung über die Brechung des farbigen Lichtes in Bergkrystall u. Kalkspath.* Pogg. Ann. 14, pag. 45.
4. 1829. Rudberg. F., *Untersuchung über die Brechung des farbigen Lichtes in Aragonit und in farblosen Topase.* Pogg. Ann. 17, pag. 1.
5. 1831. Brewster D., Edimb. Phil. Tranz. 11, pag. 273.
6. 1832. Brewster D., Phil. Mag. (3). 1, pag. 417.
7. » Rudberg F., *Ueber die Veränderung, welche die doppelte Strahlenbrechung in Kristallen durch Temperaturhöhung erleidet.* Pogg. Ann. 26, pag. 291.
8. 1833. Brewster D., Pogg. Ann. 21, pag. 607 e 27, pag. 480.
9. » Neumann F. E., *Die termischen, optischen und krystallographischen Axen des Gypssystems.* Pogg. Ann. 27, pag. 245.
10. 1835. Neumann F. E., Pogg. Ann. 35, pag. 85.
11. 1858. Von Lang, *Ueber die Aenderung der Krystallaxen des Aragonites durch die Wärme, gerechnet aus Rudberg's Beobachtungen.* Sitz. Wien. Akad. 33, pag. 577.
12. 1859. Von Lang, *Versuch einer Monographie des Bleivitriols.* Sitz. Wien. Akad. 36, pag. 241.
13. 1862. Des Cloizeaux A., *Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés.* C. R. 8 luglio 1861 e 27 ottobre 1862. Ann. d. Mines 2, pag. 327.
14. » Des Cloizeaux A., *Manuel de Minéralogie.* Paris. Dunot Editeur.
15. » Fizeau H., *Recherches sur les modifications que subit la vitesse de la lumière dans le verre et plusieurs autres corps solides sous l'influence de la chaleur.* Ann. chim. phys. 66, pag. 429.
16. 1864. Des Cloizeaux A., *Sur l'emploi du microscope polarisant et sur l'étude des propriétés optiques birifringentes des cristaux.* Ann. d. Mines, t. VI, pag. 557.
17. » Fizeau H., *Recherches sur la dilatation et la double réfraction du cristal de roche échauffé.* Ann. chim. phys. 2, pag. 143.
18. » Müttrich A., *Bestimmung des Krystallsystem und der optischen Constanten des Weinsteinsäuren Kali-Natron; Einfluss der Temperatur auf die optischen Constanten desselben* etc. Pogg. Ann. 121, pagg. 193, 389.

19. 1866. Des Cloizeaux A., *Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous l'influence de la chaleur.* C. R. 1866, t. LXII, pag. 987. Savants étrangers, t. XVIII, pag. 511.

20. 1867. Baille, *Recherches sur les indices de réfraction.* Ann. du Conservatoire des Arts et Métiers, n. 26, 1867.

21. 1869. Van der Willigen, *Sur la réfraction du Quartz et du Spath d'Islande.* Fortschr. d. Phys. 25, pag. 285. Berlin.

22. 1871. Stefan J., *Ueber der Einfluss der Wärme auf die Brechung des Lichtes in festen Körpern.* Sitz. Wien. Akad. math. naturw. Cl. 63, II. pag. 223.

23. 1874. Von Lang, *Ueber die Abhängigkeit der Brechungsquotienten der Luft von der Temperatur.* Sitz. Wien. Akad. math. nat. Cl. 69, II, pag. 451.

24. » Hintze, *Ueber die chemische Zusammensetzung des Leadhillit's.* Pogg. Ann. 152, pag. 256.

25. 1875. Hintze, *Optische Untersuchung des röthlichen Glimmers von Vesno.* Pogg. Ann. 155, pag. 66.

26. 1877. Arzruni A. *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechungsexponenten der natürlichen Sulfate des Baryum, Strontium und Blei.* Zeit. f. Kr. 1877, 1, pag. 165.

27. » Laspeyres, *Kristallographische und optische Untersuchungen an Glauberit.* Z. f. Kr. t. I. pag. 529.

28. » Schrauf A. *Bemerkungen über optische Symmetrieverhältnisse mit besonderer Rucksicht auf Brookit.* Z. f. Kr. I, pag. 274.

29. 1878. Joubert J., *Sur le pouvoir rotatoire du quartz et sa variation avec la température.* C. R. 87, 497. Ausz. Z. f. Kr. 3. 440. Journ. de Phys. t. VIII, pag. 5.

30. » Sohnke L., *Ueber den Einfluss der Temperatur auf das optische Drehvermögen des Quarzes und des chlorsäuren Natrons.* Wied. Ann. d. Phys. N. F. 1878, 3, pag. 516. Ausz. Z. f. Kr. 4, pag. 103.

31. 1881. Dufet H., *Influence de la température sur la double réfraction du gypse.* Bull. Soc. Fr. Min. IV, pag. 113.

32. » Dufet H., *Influence de la température sur les indices principaux du gypse.* Bull. Soc. Fr. Min. IV, pag. 191.

33. » Klein C., *Ueber den Einfluss der Wärme auf die optischen Eigenschaften des Boracit.* Nachr. v. d. K. Ges. Wiss. Göttingen, 1881, n. 3, s. d. folg.

34. » Ben Saude., *Ueber den Analcim.* Jnaug. Diss. Göttingen.

35. 1882. Mallard, *De l'action de la chaleur sur les cristaux de Boracite.* Bull. Soc. Fr. Min. V, pag. 144.

36. » Mallard, *De l'action de la chaleur sur les substances cristallisées.* Bull. Soc. Fr. Min. V, pag. 214.

37. » Mallard, *Action de la chaleur sur les cristaux pseudosymmétriques.* Bull. Soc. Fr. Min. V, pag. 241.

38. » Soret et Sarasin, *Sur la polarisation rotatoire du quartz.* Arch. de Genève, t. VIII, pag. 5. C. R. 95, pag. 635.

39. » Klein C., *Optische Studien auf Granat.* Gött. Nachr. 1882, pag. 457. N. J. f. M. I, pagg. 87-163. 1883.

40. 1883. Mügge O., *Ueber künstliche Zwillingsbildung am Anidrit.* N. J. f. M. II, pag. 258.

41. » Dufet H., *Sur la variation des indices de réfraction de l'eau et du quartz sous l'influence de la température.* Bull. Soc, Fr. Min. VI, pag. 75.

42. » Mallard, *Sur la chaleur latente correspondant au changement d'état cristallin de la Boracite.* Bull. Soc. Fr. Min. pag. 122.

43. 1884. Dufet H, *Influence de la température sur les indices de réfraction du quartz.* Bull. Soc. Fr. Min. VII, pag. 182.

44. » Klein W., *Beiträge zur Kenntniss der optischen Aenderungen in Krystallen unter dem Einflusse der Erwärmung.* Z. f. Kr. 1884, 9, pag. 38.

45. » Merian A., *Beobachtungen am Tridymit.* N. J. f. M. 1884, I, pag. 193.

46. 1884. Klein C., *Ueber den Einfluss der Wärme auf die optischen Eigenschaften von Aragonit und Leucit.* N. J. f. M. u. s. w. 1884, 2, pag. 49. Ausz. Z. f. Kr. 11, pag. 333.
47. » Hintze C., *Beiträge zur Kenntniss des Epistilbits.* Zeit. f. Kryst, VIII, pag. 605.
48. » Penfield S. L., *Ueber Erwärmungsversuche an Leucit und anderen Mineralien.* N. J. f. M. 1884, 2-224. Ausz. Z. f. Kr. 11, pag. 333.
49. » Doelter C., *Erhitzungsversuche an Vesuvian, Apatit, Turmalin.* N. J. f. M. II, pag. 217.
50. » Klein C., *Ueber das Krystallsystem des Leucit und den Einfluss der Wärme auf seine optische Eigenschaften.* Nachr. d. Ges. d. Wiss. Gött. 1884, pagg. 129-136. Ausz. Z. f. Kr. 11, pag. 616.
51. 1885. Dufet H., *Recherches expérimentales sur la variation des indices de réfraction sous l'influence de la chaleur.* Bull. Soc. Fr. Min. VIII, pag. 171.
52. » Stadtlander C., *Beiträge zur Kenntniss der am Stempel bei Marburg vorkommenden Mineralien: Analcim, Natrolith u. Phillipsit.* Inaug. Diss. Göttingen, 1885 e N. Jahrb. f. Min. 1885, II, pag. 97.
53. » Müller G., *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechung des Lichtes in einigen Glassorten, im Kalkspath und Bergkrystall.* Publ. d. Astrophys. Observ. zu Potsdam, 1885, 4, pag. 151-216 e Beibl. X, pag. 279. Ausz. Z. f. Kr. 13, pag. 422.
54. » Vogel F., *Aenderung der Lichtbrechung im Glass uud im Kalkspath mit der Temperatur.* Wied. Ann. t. XXV, pag. 87.
55. 1886. Langemann L., *Beiträge zur Kenntniss der Mineralien: Harmotom, Phillipsit u. Desmin.* N. Jahrb. f. Min. 1886, II, pag. 83.
56. 1887. Lageborg Nanny, *Einfluss der Temperatur auf den Brechungsexponenten und die Dichte des Steinsalzes.* Bih. t. Sv. Vet. Akad. Handl. 1887, 13, I, n. 10 e Beibl. XIII, pag. 490.
57. » Ramsay W., *Ueber das Verhalten des Milarits beim Erhitzen* (Referat in Z. f. Kr. XII, pag. 521).
58. » Rinne, *Ueber Faujasit und Heulandit.* N. J. f. Min. 1887, II, pag. 17.
59. 1888. Knops, Lieb. Ann. t. CCXLVIII, pag. 202.
60. 1889. Guye, *Sur la polarisation rotatoire du chlorate de soude cristallisé.* C. R. 1889, 108, pag. 348-351. Arch. de Genève, XXII, pag. 130.
61. » Schrauf A., *Ueber die Verwendung einer Schwefelkugel zur Demonstration singulärer Schmitte. an der Strahlenfläche.* Wied. Ann. XXXVII, pagg. 127-144. Ausz. Z. f. Kr. 19, pag. 506.
62. » Vernadsky W., *Influence d'une haute température sur le disthène.* Bull. Soc. Fr. Min. XII, pag. 447.
63. 1890. Rinne F., *Ueber die Umänderungen, velche die Zeolithe durch Erwärmen bei und nach dem Trübe werden erfahren.* Sitz. d. K. pr. Akad. Wiss. 1890, pagg. 1163-1207. Ausz. Z. f. Kr. 21-3. Heft.
64. » Le Chatelier, *Sur la polarisation rotatoire du quartz.* Bull. Soc. Fr. Min. XIII, pag. 119.
65. » Le Chatelier et Mallard, *Sur la variation qu'éprouvent, avec la température, les birifringences du quartz, de la barytine et du disthène.* Bull. Soc. Fr. Min. XIII, pag. 123.
66. » Offret A., *De la variation, sous l'influence de la chaleur, des indices de réfraction de quelques espèces minérales, dans l'étendue du spectre visible.* Bull. Soc. Fr. Min. XIII, pag. 404.
67. » Schrauf A., *Die optischen Constanten des primatischen Schwefels bei verschiedenen Temperaturen.* Zeit f. Kr. 1890, 18, pagg. 113-173.
68. 1891. Braums R., *Die optischen Anomalien der Krystalle.* Preisschriften v. Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig. Mathem. Natur. Section. n. XI.
69. » Klein C., *Mineralogische Mittheilungen.* N. J. f. M. 1891, I, pag. 65.
70. » Macé de Lepinay, *Sur la duble réfraction du quartz.* Ann. fac. sc. Marseille 1891, 1 e Journ. de Phys. t. I, pag. 31, 1892.
71. 1892. Dana, *Descriptive Mineralogy.*

72. 1892. Rinne F., *Ueber Beziehungen zwischen der Mineralien der Heulandit und Desmingruppe.* N. J. f. M. 1892, I, pag. 12.

73. » Sella A., *Sulla variazione dell' indice di rifrazione del diamante colla temperatura* ecc. Lincei, 1891, pag. 300. Riv. Min. e Crist. Ital. 1892, 10, pagg. 65-76.

74. » Klein C., *Ueber das Krystallsystem des Apophyllits und den Einfluss der Druckes und der Wärme auf seine optischen Eigenschaften.* Sitz. preuss. Akad. Wiss. 1892, pagg. 217-265. Ausz. Z. f. Kr. 24, pag. 193.

75. » Pulfrich C., *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Lichtbrechung des Glases.* Wied. Ann. N. F. 1892, 45, pag. 609. Ausz. Z. f. Kr. 23, pag. 625.

76. » Müller, *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechung des Lichtes in festen Substanzen.* Wied. Ann. XLVI, pag. 260.

77. » Dussaud J., *Sur la réfraction et la dispersion du chlorate de soude cristallisé.* C. R. 1892, 113, pagg. 291-292 e Arch. de Genève, 27, pagg. 380-405, 521-535. Ausz. Z. f. Kr. 24, pag. 619.

78. » Cesáro C., *Sur la forme cristalline de l'oxyde de zinc. Détermination de sa birifringence, changements de coloration par l'action de la chaleur.* Ann. Soc. Géol. Belgique, 1892, 271. Ausz. Z. f. Kr. 24, pag. 607.

79. » Bonney E. G., *Note on some specimens of roks, which have been exposed to high temperature.* Proc. roy. Soc. 1892, 50, pagg. 395-403.

80. 1893. Soret Ch. e Guye C. E., *Sur le pouvoir rotatoire du quartz aux basses températures.* C. R. 1893, 115, pagg. 1295-1296 e Arch. de Genève 1893, t. XXII, pag. 242.

81. 1894. Lavenir, *Sur la variation des propriétés optiques dans les mélanges de sels isomorphes.* Bull. Soc. Fr. Min. XVII, pagg. 153-220. Ausz. Z. f. Kr. 26, pag. 222.

82. » Tutton, *Connection between the atomic weight of contained metals, and the crystallographical characters of isomorphous salts. A comparative crystallographical study of the normal sulfates of potassium, rubidium and caesium.* Transact. chem. Soc. 1894, pagg. 628-717.

83. 1895. Tutton, *Ueber den Zusammenhang zwischen den Krystallographischen Eigenschaften von isomorphen Salzen und dem Atomgewicht der darin enthaltenen Metalle.* Z. f. Kr. 24, pagg. 1-77.

84. » Borel G. A., *Sur la réfraction et la dispersion des radiations ultra-violettes dans quelques substances cristallisées.* C. R. CXX, pag. 1404.

85. » Mügge, *Zur Kenntniss der optischen Eigenschaften des Syngenit.* N. J. f. M. pag. 268. Ausz. Z. f. Kr. 28, pag. 617.

86. 1896. Reimerdes E., *Untersuchungen über die Ausdehnung des Quarzer durch die Wärme.* Inaug. Diss. Jéna, 1896, pag. 38. Z. f. Kr. 31, pagg. 376-379.

87. » Rinne, *Ueber die physikalisch-chemische Einwirkung von Schwefelsäure und Salzsäure auf Heulandit* etc. N. J. f. M. 1896, I, pag. 139.

88. 1897. Macé de Lepinay, *Sur une nouvelle détermination de la masse du décimètre cube d'eau* etc. Ann. de Ch. e Phys. t. XI, pag. 112.

89. » Tutton, J. of. Chem. Soc. t. LXV, pag. 613. LXXI, pag. 877.

90. 1898. Gumlich E., *Rotations, Dispersions und Temperatur-Coefficient des Quarzes.* Wied. Ann. 1898, 64, pagg. 333-389. Z. f. Kr. XXXII, 1900.

91. » Reed, *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechung und Dispersion einiger Gläser und Kristalle.* Wied. Ann. t. LXV, pagg. 731-732.

92. » Brugnatelli L., *Beiträge zur Kenntniss der Krystallforme und des Einflusses der Temperatur auf die Lage der optischen Axen des Sacharins* $C_6 H_{10} O_5$. Z. f. Kr. 1898, 29, pagg. 54-62.

93. 1899. Sommerfeldt, N. J. f. M. t. I, pagg. 152-154.

94. » Rinne, *Beitrag zur Kenntniss der Natur des Krystallwassers.* N. J. f. M. 1899, I, pag. 1.

95. » Dufet H., *Optique.* (Recueil de donneés numériques publié par la Soc. Fr. de Physique). Paris, Gauthier. 1899-1900.

96. 1900. Reed J. O., *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechung und Dispersion einiger Krystalle und Gläser.* Z. f. Kr. XXXII, pag. 202.

97. 1901. Gifford J. M., *Veränderung der Brechungsexponenten mit der Temperatur bei Quarz und Calcit.* Z. f. Kr. XXXIV, pag. 435.

98. » Sommerfeldt E., *Ueber die Aenderung des Winkels der optischen Axen am Lithiophilit mit der Temperatur.* Z. f. Kr. XXXV, pag. 200.

99. » Levi M. G., *Sul potere rotatorio del quarzo alla temperatura dell'aria liquida.* Atti del R. Ist. Ven. LX, pagg. 559-561. Z. f. Kr. XXXVII, pag. 317.

100. 1902. Panichi U., *Influenza della variazione della temperatura e più specialmente dei forti raffreddamenti sul comportamento ottico di alcuni minerali.* Memoria. R. Acc. dei Lincei, 5 Genn. 1902 e Z. f. Kr. XI, 1904, pagg. 86-90.

101. » Rinne, *Flussige Luft als Erkaltungsmittel bei krystallographisch-optischen Untersuchungen.* Centralblatt. f. M. I, 1902.

102. 1904. Gifford J. W., *Die Brechungscoefficienten von Flusspath, Quarz und Calcit.* Z. f. Kr. XXXIX, pag. 80.

103. » Hintze C. (Dal 1889 fino ad oggi). *Handbuch der Mineralogie.*

RELAZIONE

letta dal Socio B. Grassi, a nome anche del Socio P. Foà, relatore, nella seduta del 4 febbraio 1906, sulla Memoria presentata dal prof. Antonio Cesaris Demel dell'Università di Pisa intitolata: *Sulla varia tingibilità e sulla differenziazione della sostanza cromatica contenuta in alcuni eritrociti.*

L'autore adoperando il metodo di colorazione a fresco del sangue, proposto da Levaditi e da Rosin e Bibergeil, opportunamente modificato, ed estendendo le proprie osservazioni sopra un gran numero di animali diversi e sull'uomo, presi nelle varie età, dalla vita embrionale alla vita adulta, nei vari stati fisiologici e patologici, viene ad ampliare notevolmente le nostre conoscenze sulla sostanza cromatofila, già conosciuta, per opera di precedenti autori e dell'autore stesso, in alcuni eritrociti del sangue circolante ed in alcuni elementi degli organi ematopoietici.

Le conclusioni principali alle quali l'autore arriva colle sue osservazioni sono queste:

1. Che la ricordata sostanza cromatica, colorabile a fresco coll'uso del bleu di metilene e del rosso neutrale si può dimostrare anche coll'uso di molte altre sostanze coloranti. Dall'esame comparativo delle varie immagini ottenute si vede che, pur trattandosi sempre della stessa sostanza, questa assume un'aspetto diverso a seconda della sostanza colorante adoperata. Così si dimostra che l'imagine che noi vediamo colorata non è esattamente corrispondente alla preesistente disposizione della sostanza cromatica nell'elemento, ma dipende dalla diversa azione fisica chimica esercitata su di quella da ogni singola sostanza colorante.

2. La sostanza cromatica ricordata si può differenziare in due parti distinte: Una parte granulare ed una parte filamentosa che hanno una diversa costituzione chimica, la quale ci è dimostrata dalla diversa colorazione che assumono di fronte ad una stessa sostanza colorante. Questa differenziazione si ottiene con parecchie sostanze e specialmente col brillant-cresyl blau col quale la parte granulare si colora in rosso violaceo, la filamentosa in bleu.

L'autore infine, pur non entrando a trattare sul significato che possono avere singolarmente queste due parti distinte della stessa sostanza, si sente autorizzato ad

ammettere che questa sostanza cromatica, quando sia trattata nella fissazione del sangue coll'alcool, assuma una disposizione esclusivamente granulare ed omogeneamente tingibile in bleu (dal bleu di metilene Löffler), e si possa quindi identificare alle granulazioni basofile descritte e ritenute da alcuni autori come reperto specifico di alcune anemie.

Dalla lettura di questo lavoro i sottoscritti si resero persuasi che esso fu condotto con bontà di metodo, e condusse a conclusioni interessanti, onde propongono che sia stampato fra le Memorie dell'Accademia.

Sulla varia tingibilità e sulla differenziazione della sostanza cromatica contenuta in alcuni eritrociti.

Memoria del prof. A. CESARIS DEMEL.

(con una tavola)

Come è noto, i globuli rossi sono elementi molto labili che facilmente si alterano e si deformano quando, levati dal circolo, si trovino in condizioni di ambiente meno favorevoli, tantochè riesce difficile l'esaminarli, o più esattamente riesce difficile dare una giusta interpretazione alle varie immagini che i vari metodi di tecnica istologica ci permettono di osservare, sia rispetto alla loro forma, sia rispetto alla loro struttura. Così, nessuna delle importanti questioni che li riguardano, si può dire dal comune accordo dei numerosi autori che se ne occuparono, risoluta, e come vediamo recentemente ripresa e dibattuta la questione della loro forma, non è ancora sopita quella sulla esistenza o meno di una membrana che li avvolga o di un residuo nucleare che vi permanga, ecc.

Abbiamo quindi la necessità di insistere in queste osservazioni e di semplificarne i metodi, attenendoci a quelli, nei quali i violenti mezzi fisici o chimici di fissazione del protoplasma siano eliminati, sicchè il globulo rosso possa per un certo tempo, immutato di forma, ma pur differenziato nei suoi costituenti, prestarsi alla nostra osservazione.

Il miglior modo per ottenere questo intento, è sempre quello che ci è dato dal metodo delle colorazioni a fresco (Ito, Rosin et Bibergeil, Levaditi) [1] che si può ottenere, come vedremo, con sostanze diverse, metodo che si è andato sempre più affinando per opera di vari autori, tanto da permetterne una più sicura e più larga applicazione.

Fu con questo metodo che da qualche anno si è potuto studiare e conoscere un fine dettaglio di struttura dei globuli rossi, che colle fissazioni comuni ottenute col calore, alcool ed etere, formolo, acido osmico, ecc., non si conosceva ancora.

Mi riferisco alla presenza in alcuni globuli rossi circolanti e del midollo, degli animali e dell'uomo, di una sostanza a struttura grossolanamente granulare e filamentosa, disposta in maniera svariatissima, ammessa ora da tutti gli osservatori, ma sulla cui origine e significato esistono ancora tante discrepanze.

[1] Ito, Allg. Mediz. Centralzeit 1901; Rosin et Bibergeil, *Ergebnisse vitaler Bluttfärbung*, Deut. Med. Woch. 1902; Levaditi, *Le leucocyte et ses granulations*. Gauthier Villars, 1902.

La presenza di questa sostanza e la sua disposizione fu riconosciuta e descritta da autori diversi ed adoperando sostanze coloranti differenti, tantochè per un certo tempo si credette trattarsi di due reperti assolutamente distinti.

La somiglianza però delle disposizioni assunte da questa sostanza, rappresentate da figure o semplicemente descritte dai vari autori ed ottenute dagli uni coll'uso del bleu di metilene, dagli altri coll'uso del rosso neutrale, resero facile l'ipotesi, ch'io per il primo formulai, che nei due casi si trattasse della stessa sostanza, e mi fu facile darne la dimostrazione [1] che fu subito accettata e confermata da molteplici osservatori (Donati, Marzocchi, Sacerdotti, ecc.) [2]. Ricorderò ancora come la sostanza cromatica riscontrata negli eritrociti col bleu di metilene, dapprima solo nelle anemie (Poggi, Belli, D'Amato e Villari, Iovane) [3] e col rosso neutrale, solo nella vita embrionale di un ristretto numero di animali (Israel e Pappenheim, Maximow, Giglio Tos) [4] fu dimostrata poi essere un reperto comune in molti animali della scala zoologica, in tutti i periodi della vita e se ne studiò il comportamento nei vari stadi fisiologici e patologici. Da questi studi poi, se concordemente si ammise l'origine midollare dei globuli rossi a contenuto cromatico, non fu concorde l'interpretazione sul significato della sostanza cromatica stessa, da alcuni riferita a prodotti di escrezione nucleare o di secrezione cellulare, da altri a residui del nucleo disfatto, da altri infine ritenuta una sostanza a funzione emoglobigena (Foà e Cesaris Demel, Negri, Giglio Tos, Maximow, Israel e Pappenheim, Motta Cocco) [5].

Ora applicando il metodo di colorazione a fresco del sangue, del quale ho più sopra ricordata l'utilità, con alcune avvertenze tecniche, sulle quali io credo utile di insistere, ed adoprando sostanze coloranti diverse, ho potuto recentemente fare alcune nuove osservazioni sulla sostanza cromatica endoglobulare di alcuni eritrociti, delle quali ho l'onore di esporrè ora il risultato, nella speranza possa portare un utile contributo all'interessante questione.

(1) A. Cesaris-Demel, *Sulla sostanza cromotofila endoglobulare in alcuni eritrociti*, Acc. delle Sc. di Torino, 1901.

(2) Donati, Giorn. Ital. delle Sc. Med. 1903; Marzocchi, *Sugli eritrociti granulosi*, Rif. Med. 1904, n. 2; Sacerdotti, *Sugli eritr. dei mamm. colorabili a fresco coll'az. di metil*, Arch. Sc. Med., vol. XXVII, 1903.

(3) Poggi, *Di una nuova specie di corpuscolo rosso nel sangue delle anemie gravi*, Policlinico 1890, 1° febbr.; Poggi, *Sul corpuscolo bleu*, Riv. crit. di Clin. Med., anno I, nn. 43-44-45, 1900; Belli, Il Policlinico, 1° febbr. 1900; D'Amato e Villari, Riv. crit. di Clin. Med., nn. 30-31, anno 1900; Iovane, *La colorazione dei corp. rossi del sangue dei bambini anemici*, III Congr. di ped., Torino; D. Riva, *A proposito dei gl. r. colorabili col bleu di metil.*, Rendic. dell'Assoc. Med. di Parma 1900, n. 5; Dell'Isola, *Sulla coloraz. del sangue a fresco*. La Clin. Med. Italiana 1900.

(4) O. Israel e Pappenheim, Virch. Arch. Bd. 143, 1896, pagg. 419-47; Maximow, Arch. f. Anat. und Phys. Anat. Jahrg. 1899 H. 1-2; Giglio Tos, *Il rosso neutrale ed i granuli emoglobigeni*, Zeitsch. f. wiss. Mickr. Bd. 15 1898.

(5) Foà e Cesaris Demel, *Osservazioni sul sangue*, R. Accad. di Med. di Torino, 10 nov. 1899; Foà e Cesaris Demel, *Sui granuli eritrofili dei gl. r. del sangue*, R. Accad. di Med. di Torino, 22 dic. 1899; A. Negri, *Osserv. sulla sost. color. col rosso neutro nelle emazie dei vertebrati*, Mem. del R. Ist. Lomb. di Scienze, vol. XIX, X della serie III, fasc. VII; Motta Cocco, *Sui globuli tingibili col bleu di met. nel sangue di rana*, Boll. dell'Accad. Geonia, Catania, fasc. LXVIII, 1901.

Il metodo da me adoperato deriva da quello già ricordato e proposto da Ito, Rosin e Bibergeil, da Levaditi, ecc., e consiste nella distensione di uno strato secco di sostanza colorante sopra un vetro portaoggetti, sul quale poi si sovrappone la gocciolina di sangue appena estratto, che si vuole esaminare, e che si lascia poi schiacciare e distendere dal vetrino coprioggetti che vi si sovrappone. Lo strato di sostanza colorante deve essere tenue, talora anzi tenuissimo, tanto da lasciarsi appena scorgere sopra un fondo bianco, quando vi venga sottoposto, e deve essere omogeneamente disteso. Questo duplice intento si ottiene facilmente quando sopra un vetro portaoggetti si lasci cadere qualche goccia di alcool, che si avvicina poi subito ad una fiamma in modo che rapidamente bruci e consumi. Sulla superficie di vetro così riscaldata e tersa, si striscia rapidamente di lato, senza farla rotolare, una bacchettina di vetro, intinta in una debole soluzione alcoolica della sostanza colorante che si vuole adoperare. L'alcool della soluzione rapidamente evapora e resta intimamente adesa al vetro ed uniformemente distesa la poca sostanza colorante che nell'alcool era disciolta.

Sovrapponendo e distendendo su questo strato di sostanza colorante il sangue, nel suo plasma si discioglie il colore, il quale senza intervento di mestrui intermediarî va a fissarsi elettivamente su quelle parti degli elementi morfologici sanguigni per le quali ha affinità. Quanto più scarsa è la sostanza colorante, tanto più questa affinità è manifesta e la si può graduare, la si può seguire cronologicamente, a seconda dei varî periodi di tempo che sono necessari a colorare le varie parti cromatiche degli elementi stessi. Se la sostanza colorante è in quantità maggiore, apparentemente si hanno preparati migliori, inquantochè un maggior numero di elementi si presentano subito ed intensamente colorati, ma sfugge completamente questa cronologia dell'affinità cromatica, che pure io credo ha una vera importanza.

Aggiungasi che la scarsa quantità di sostanza colorante adoperata, permette anche si apprezzino le più delicate differenze di tonalità cromatica assunta dagli elementi o da una loro parte, di fronte alla stessa sostanza colorante e permette che nella sostanza colorabile si possa arrivare ad una differenziazione distinta di parti, che per il noto fenomeno della metacromasia, presentano un colore diverso.

Anche per il sangue vediamo così affermarsi la grande utilità che si può trarre nella tecnica istologica dall'uso di soluzioni coloranti estremamente diluite, come si va ora diffusamente ed utilmente applicando nello studio dei vari tessuti e specialmente del sistema nervoso.

Adoperando il metodo ora descritto, la gocciolina di sangue distesa e colorata, si presenta all'esame macroscopico per trasparenza, del color proprio del sangue, senza traccia della sostanza colorante adoperata, perchè questa per essere stata tutta fissata dagli elementi corpuscolari non è più disciolta nel plasma. Se la goccia di sangue è troppo piccola e non arrivi a distendersi fino ai margini del vetrino, alla sua circonferenza appare un orletto colorato, dove lo strato di sangue e di sostanza colorante disciolta è più denso, e noi dobbiamo sempre evitare questa cada sotto all'obbiettivo durante la nostra osservazione, per la quale noi dobbiamo adoperare solamente la parte centrale apparentemente incolora.

Coi preparati di sangue così allestiti, l'osservazione si può cominciare subito, quando si adoperino degli obbiettivi a secco; è ottimo consiglio di aspettare invece

qualche minuto, quando si adoperino obbiettivi ad immersione, chè, per i leggieri scuotimenti che inducono al preparato, disturbano talora la regolare ed omogenea distensione e colorazione del sangue. Ma cinque minuti di attesa bastano e l'osservazione si può poi prolungare per una o due ore, e solo dopo questo tempo compaiono modificazioni di forma e di colore negli elementi, in rapporto alla loro distruzione, compaiono cioè delle immagini svariatissime, artificiali, in parte note per le precedenti osservazioni di Sacerdotti [1] e di Biffi [2], che espressamente le descrissero e delle quali, del resto, ognuno in poco tempo può far perfetta conoscenza per esperienza propria, tanto da salvaguardarsi dall'errore di ritenerle per disposizioni normali, negli elementi morfologici del sangue esaminato.

Colle ricordate avvertenze, io colorai a fresco il sangue con moltissime sostanze coloranti diverse e potei subito convincermi, come del resto credo sia noto, che pur avendosi per qualche sostanza una speciale indicazione per la dimostrazione specifica di uno o dell'altro degli elementi morfologici costituenti il sangue, o di qualche loro parte, in linea generale si possa asserire, che quando una sostanza colorante colora uno degli elementi morfologici, colora sufficientemente e si presta anche all'osservazione degli altri, e che ancora, sostanze che manifestano un'azione tossica, deformante gli elementi morfologici quando siano adoperate in soluzioni troppo concentrate, non la manifestano più quando siano adoperate in quantità tenuissime, tantoche si possono adoperare allora senza averne soverchie deformazioni per la colorazione a fresco del sangue.

Ad ogni modo, per quello che si riferisce ai globuli rossi e più specialmente alla parte cromatica che vi è contenuta, dirò che le sostanze coloranti che ci danno le immagini migliori, sono le seguenti: bleu di metilene, rosso neutrale, brillant cresyl blau, tionina, bleu policromo di Unna, dalia, naphtilen blau, cresyl violett, ecc., tacendo espressamente per brevità delle altre sostanze adoperate nelle mie osservazioni e che ci danno dei risultati inferiori.

Dirò ancora che le mie osservazioni le feci sopra i seguenti animali: Triton cristatus, Rana esculenta, Bufo vulgaris, Lacerta muralis, Lacerta viridis, Platydactylus muralis; Mus musculus albinus, Mus decumanus albinus, Mioxus avellanarius; Cavia cobaya, Lepus cuniculus, Canis familiaris e nell'uomo.

Di alcuni di questi animali e dell'uomo studiai anche individui presi nella vita embrionale o nei primi periodi della vita, per altri invece lasciai questa ricerca per l'impossibilità di averne degli esemplari in queste condizioni e perchè ben presto mi persuasi che le particolarità che verrò descrivendo non sono specifiche di nessuna età, ma variano solo di numero e leggermente di forma e si trovano in tutti i periodi della vita.

In alcuni di questi animali feci ancora osservazioni comparative nei loro varî stati fisiologici ed in varî stati patologici spontaneamente istituitisi (uomo), o sperimentalmente provocati (animali).

[1] Sacerdotti, *Sugli eritrociti dei mammiferi colorabili a fresco coll'az. di metilene.* Arch. per le Sc. Med. 1903, vol. XXVIII.

[2] Biffi, *Cause di errore in alcune indagini ematologiche,* Lo Sperimentale, 1904, fasc. II.

Dal complesso di queste osservazioni, che sarebbe ora troppo lungo il riferire partitamente, io credo di poter venire ad alcune conclusioni, che verrò ora succintamente enunciando ed illustrando.

1. *La conosciuta sostanza cromatofila endoglobulare, dimostrata in alcuni eritrociti del sangue circolante ed in alcuni elementi cellulari degli organi ematopoietici e colorabile a fresco coll'uso del bleu di metilene e del rosso neutrale si può dimostrare anche coll'uso di molte altre sostanze coloranti. Dall'esame comparativo delle varie immagini ottenute noi possiamo vedere, che pur trattandosi sempre della stessa sostanza, questa assume un aspetto, talora leggermente, talora notevolmente diverso a seconda della sostanza colorante adoperata.*

Vedremo poi queste varie immagini assunte dalla sostanza cromatica, diciamo invece subito come questo esame comparativo ci dimostri come le colorazioni a fresco, pur praticate colle più scrupolose regole tecniche, abbiano bisogno di essere vagliate nei loro risultati attentamente, per non indurre in errore, perchè non si ha una semplice fissazione del colore sopra un qualche cosa di preformato nella forma precisa da noi osservata, ma si ha una vera e propria azione fisico-chimica diversa, quindi, per ognuna delle sostanze coloranti adoperate.

La sostanza colorante che nel modo più rapido, ed a giudicare anche dall'esame comparativo, nel modo meno deformante colora la sostanza cromatica in discorso, è il brillant cresyl blau. Quest'ottimo colorante dei leucociti [1] e delle piastrine [2] lo è anche quindi dei globuli rossi. In tutti gli animali da me osservati confermai la sostanza cromatica negli eritrociti coll'uso di questo colore. Negli anfibi, nei rettili, negli uccelli, tutti i globuli rossi la contengono, nei mammiferi solo alcuni, in numero ed a disposizione diversa, a seconda delle età e delle varie condizioni fisiologiche e patologiche. Nei primi, o a forma di anello filamentoso denso, addossato al nucleo, o come un reticolo più o meno denso, radiante dal nucleo alla periferia. Nei mammiferi la forma più comune è l'anulare, e quando si desti una intensa ematopoiesi prende un assoluto sopravvento sulle altre.

Collo studio comparativo tra gli elementi del midollo e gli eritrociti circolanti, si vede distintamente come questa forma anulare (fig. 2) rappresenti il permanere nell'eritrocito della massa cromatica perinucleare (fig. 8) visibile costantemente nei normoblasti quando questi, prima di passare in circolo, si siano liberati del loro nucleo (secondo l'ipotesi già emessa dal Maximow).

La costanza di questo reperto e la facilità colla quale si può controllarlo, mi fa ritenere poco probabile l'ipotesi che questa sostanza cromatica rappresenti un residuo nucleare, in quanto che il nucleo, disgregato prima della sua espulsione, abbia lasciato nell'eritrocito qualche suo frammento. La diversa tonalità assunta dalla parte cromatica in confronto al nucleo, e la cosa è tanto più evidente quando si adoperi la tionina o il bleu policromo di Unna, fanno anche ritenere poco probabile sia questa sostanza un prodotto di secrezione nucleare.

(1) Levaditi, Journ. de Phys. et de Path. générale 1901, n. 3.
(2) Puchberger, Virch. Arch. Bd. 171, H. 2.

Comunque sia, oltre alle forme anulari ricordate, col brillant cresyl blau, si dimostrano anche forme a piastra equatoriale (probabilmente corrispondenti alle prime addensate), ammassi centrali più o meno voluminosi (fig. 3), e talora semplici filamenti (fig. 4).

Coll'uso del rosso neutro, si ottengono grossolanamente le stesse disposizioni, ma si può osservare agevolmente subito, come questa sostanza eserciti un'azione maggiormente costrittiva sulla sostanza colorabile, tanto che le forme ad anello appaiono più piccole (fig. 9), a filamenti più grossi e maggiormente addensati, le forme a gomitolo, come grossi ammassi amorfi pseudonucleari posti più o meno centralmente (fig. 10), e le granulazioni singole, generalmente più grosse.

Col bleu di metilene, la colorazione è più lenta e ne risultano delle figure che per l'addensamento della sostanza cromatica stanno tra le due ora descritte, date dal brillant cresyl blau e dal rosso neutro.

Colla tionina, la parte colorabile dei globuli rossi sembra assumere una maggior estensione (figg. 5, 6, 7), e lo stesso vediamo avvenire col bleu policromo di Unna.

Questa maggior estensione è in rapporto a due ordini di fatti. L'uno, che per l'azione di queste sostanze i globuli rossi si impiccioliscono in totalità, l'altra, che la sostanza colorabile non si presenta a filamenti o granuli distinti, ma questi spiccano sopra un fondo diffusamente colorato. Così le forme anulari arrivano fino alla periferia dell'elemento senza lasciare quell'orletto libero nel protoplasma emoglobinico, che permane adoperando il rosso neutrale e il brillant cresyl blau, le forme a gomitolo danno una rete estesa ed occupano tutto l'elemento stesso. Di più non si hanno mai veri e propri filamenti cromatici, ma si hanno preferibilmente disposizioni a nastro della sostanza stessa.

Adoperando la dalia, infine, noi otteniamo nei primi momenti della colorazione un reperto assolutamente caratteristico, otteniamo cioè una immagine negativa della sostanza cromatica: gli elementi che la contengono ce la presentano come una sostanza più rifrangente del protoplasma emoglobinico, disposta o ad ammassi moriformi (fig. 11), o a gocciole ben distinte assolutamente incolore (fig. 12). Lasciando il preparato a sè, specialmente se si ha l'avvertenza di adoperare per la distensione una soluzione alcoolica più densa di colore, noi vediamo che dapprima nella parte periferica, queste formazioni, poi nella loro totalità, si colorano e ci danno delle immagini simili a quelle dateci dalla tionina. Queste forme incolori però sono molto difficili ad essere valutate, per la grande facilità colla quale si possono confondere colle deformità artificiali che nei globuli rossi, esaminati a fresco, tanto facilmente si istituiscono.

Sono specialmente le spaccature centrali dei globuli, grossolanamente foggiate a triangolo o a croce che possono trarre in quest'errore. La distinta disposizione moriforme, l'aspetto più rifrangente, la lenta e graduale colorazione che in quelle poi si istituisce, permette però di affermarne con sicurezza la esistenza e la individualità.

Nei normoblasti poi, dove attorno al nucleo si trova sempre variamente disposta la sostanza cromatica, questa coll'uso della dalia, si presenta a forma di gocciole isolate, più rifrangenti ed incolore, che da un osservatore poco attento potrebbero essere interpretate come gocciole di grasso (fig. 12). Questo reperto conferma così l'altro che abbiamo precedentemente descritto.

Dall'insieme di queste osservazioni noi vediamo così ripetersi il fatto, già da me descritto avvenire in speciali corpi inclusi in alcuni dei grossi leucociti mononucleati della cavia [1], che negli esami a fresco fatti con sostanze coloranti diverse ci danno delle immagini assolutamente diverse tra di loro. Anche in questi corpi inclusi dei mononucleati, col rosso neutro, col bleu di metilene, col brillant cresylblau si hanno delle immagini, per quanto differenti tra loro, positive, colla dalia invece, negative, o più esattamente si vede apparire il corpo incluso come una massa incolora più rifrangente.

Col semplice esame a fresco del sangue, senza l'aggiunta di sostanze coloranti, pur usando dei migliori e più forti obbiettivi e modificando a vari gradi l'illuminazione, non si riesce mai a differenziare nulla negli eritrociti che si possa riferire a queste formazioni incolore, dimostrateci dalla dalia.

Questo succede, perchè quello che noi coloriamo o comunque differenziamo negli eritrociti è una sostanza che allo stato normale non esiste nella disposizione precisa che la colorazione del sangue a fresco ci dimostra, e perchè la sua dimostrazione è dovuta ad una azione fisico-chimica propria e diversa per ciascuna delle sostanze coloranti adoperate.

Per alcune è una precipitazione della sostanza cromatica cellulare insieme alla sostanza colorante, per altre è una semplice azione precipitante non accompagnata, almeno da principio, da colorazione.

Sarà ora interessante di ricercare se altre sostanze chimiche, non coloranti, possano darci lo stesso reperto della precipitazione, o più precisamente della differenziazione di questa parte costituente il protoplasma emoglobinico di alcuni eritrociti.

2. *La sostanza cromatica, dimostrata in alcuni eritrociti, col metodo della colorazione a fresco del sangue, si può differenziare in due parti distinte e per la forma e per la tonalità cromatica, rispettivamente assunta di fronte ad alcune sostanze coloranti.*

Relativamente alla forma, l'una è a granuli distinti rotondi, più o meno numerosi e voluminosi, l'altra è filamentosa o lamellare, talora a punti nodali. La differenziazione cromatica di queste due sostanze si ottiene specialmente coll'uso del brillant cresyl blau, della tionina, e del bleu policromo di Unna ecc. Col rosso neutrale (e solo quando lo si adoperi in istato di estrema diluzione), si ha solo la differenziazione morfologica e la parte granulare si dimostra più intensamente e più rapidamente colorabile.

Col brillant cresyl blau, si ottiene una colorazione metacromatica distinta. La parte granulare si colora in un distinto colore rosso violaceo assolutamente simile a quello assunto, adoperando la stessa sostanza colorante, dalle granulazioni delle mastzellen, mentre la parte filamentosa si colora distintamente in bleu. Questa differenziazione è nettamente dimostrabile negli eritrociti circolanti, negli elementi midollari emoglobinici di tutte le specie di animali da me ricordate, e nell'uomo. Le

[1] A. Cesaris Demel, *Sulla particolare struttura di alcuni grossi leucociti mononucleati della cavia, colorati a fresco.* Arch. per le Sc. Med. 1905.

figure 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 15 ne danno la dimostrazione. Talora si ha una gocciola sola più grossa, talora due o ai lati o ai poli della cellula, talora un gruppo di granulazioni, di varia grandezza o avvicinate o disseminate nel reticolo bleu del protoplasma emoglobinico. Quando il velo di sostanza colorante è tenuissimo, queste granulazioni sono le prime a manifestarsi, quando è più denso possono sfuggire alla nostra osservazione perchè sopra di esse si sovrappone la sostanza colorante in eccesso e si confondono colla restante parte cromatica bleu. Queste granulazioni non si possono attribuire ad un fatto accidentale o artificiale, perchè nei preparati a fresco nei quali gli elementi del sangue appaiono uniformemente distesi e conservati nella loro forma, si possono scorgere immediatamente coi caratteri che abbiamo descritti e in quanto che sono reperibili solamente e sempre negli eritrociti a contenuto cromatico, nè si possono mai nè con questi, nè con altri colori dimostrare negli altri eritrociti. Negli animali a globuli rossi nucleati, si trovano i granuli più grossi e più facilmente dimostrabili, negli altri animali si hanno anche sempre, ma sono più scarsi e minuti. Nella vita embrionale, nei primi tempi dopo la nascita e quando si ridesti il processo ematopoietico, aumentano notevolmente in quantità. E questo io posso affermare non solo per osservazioni sperimentali, ma per lo studio di varie forme di anemia che cortesemente mi permisero osservare nei rispettivi riparti dell'Ospedale i prof. Guarnieri, Tusini, Cavazzani e nella sua Clinica ostetrica il prof. Pinzani. Nei neonati, dove come è noto gli eritrociti a contenuto cromatico sono più numerosi (Bidone, Jovane, Pozzi) (¹), e nelle varie forme di anemie (a. postemorragiche, clorosi, leucemia, pseudoleucemia, anemia perniciosa progressiva (tre casi), anchilostomiasi, ecc.), dove si osserva per reazione ematopoietica lo stesso fatto, la differenziazione delle due sostanze mi fu sempre facile e possibile, e la sostanza granulare si dimostrò più abbondante di quanto non appaia nel sangue circolante dell'uomo normale.

Colla tionina, la parte granulare si colora distintamente in rosso brillante, la parte filamentosa in una tinta bleu violacea, mentre i nuclei si colorano in azzurro. Col bleu policromo di Unna, la sostanza granulare in un bel colore rosso violaceo brillante, la sostanza filamentosa rosa, i nuclei azzurri.

Col bleu di metilene, i granuli in un color rosso violaceo distinto, la parte filamentosa in azzurro intenso.

La differenziazione di queste due sostanze o più precisamente la dimostrazione della sostanza cromatica granulare negli eritrociti, da me succintamente descritta, era nota per opera di precedenti osservatori? In via assoluta non si può negarlo perchè, come vedremo, ne troviamo qualche accenno nella ricca letteratura dell'argomento; io credo, però di poter asserire che nessuno affermò la costante presenza di questa sostanza granulare, in un così grande numero di animali, come ho fatto io, e non solo nella vita embrionale, ma anche nella vita adulta, nè indicò un metodo così semplice per metterla in rilievo con varie sostanze coloranti. Gli autori ai quali mi riferisco e che con metodi diversi di fissazione e di colorazione del sangue descrissero forme granulari negli eritrociti e specialmente nella vita embrionale e negli

(¹) Bidone, Rif. Med. vol. II, pag. 85, 1898. Pozzi, R. Accad. di Med. di Torino, 1900.

animali inferiori sono parecchi. Tra questi ricordo Ranvier (1), Tarchanoff (2), Giglio Tos (3), Knoll, Hayem (4), Neumann (5), Dekhuyzen (6), Gaule (7), Bremer (8), Renaut (9), Dehler (10), Nicolas (11), Jolly (12), ecc. A questi si potrebbero aggiungere i tanti altri che ho già ricordati e che descrissero un contenuto granulare cromatico nei globuli rossi, coll'uso del rosso neutrale o del bleu di metilene, ma questi ne vanno esclusi, perchè, come ho dimostrato, con queste sostanze coloranti le due parti cromatiche granulare e filamentosa si confondono insieme e vengono descritte come una sostanza unica.

I reperti, descritti dai vari autori ora citati, sono difficilmente comparabili per la diversità dei metodi adoperati, ed occorrerebbe un attento studio comparativo per identificarli o differenziarli da quelli da me descritti. Alcuni autori però adoperarono anche colorazioni a fresco del sangue e descrissero formazioni che io credo si possano probabilmente identificare alle mie. Questi autori ad ogni modo riferirono l'interessante reperto esclusivamente alla vita embrionale, cercando poi di interpretarlo o colla permanenza nel protoplasma di alcuni granuli di sostanza vitellina, o colla formazione di una sostanza produttrice di emoglobina, mentre le mie osservazioni permettono di dimostrarne la presenza, non solo in una serie più estesa di animali, ma anche in tutti i periodi della vita.

Per queste granulazioni è avvenuto così, quello che abbiamo veduto avvenire per la sostanza cromatica, presa nel suo complesso, degli eritrociti, che riferita dai primi osservatori ad un ristretto numero di animali ed esclusivamente nella vita embrionale, si riconobbe poi come un reperto normale in un numero molto esteso di animali e nella vita adulta.

Dalle osservazioni e dalle interpretazioni degli ora succintamente ricordati autori, si scosta però Guarnieri (13), il quale in un interessante studio sulla *Metamorfosi nucleinica degli eritrociti*, adoperando come sostanza colorante il bleu di metilene in soluzione fisiologica di Na Cl, si accorse che, dopo un po' di tempo, nel proto-

(1) Ranvier, *Traité tech. d'histol*, Paris 1875, pag. 218.

(2) Tarchanoff, Arch. de phys. norm. et pathol. Ser. 2, T. 2, 1875.

(3) Giglio Tos., *Sulle granulazioni degli eritrociti nei girini di taluni anfibi*, Anat. Anz. XII, Bd. 14, 1896.

(4) Hayem, *Rech. sur l'évol. des hémat. dans le sang de l'homme et des vertébrés.* Arch. de Phys. 2 Ser. VI, 1899.

(5) Neumann, Virch. Arch. Bd. 143, 1896, pag. 225.

(6) Dekhhuyzen, *Ueber das Blut der Amphibien.* Ver. der Anat. Gesellsch. Wien 1892.

(7) Gaule, Arch. f. Anat. und. Phys. Abth. 1881, pag. 597.

(8) Bremer, *Ueber das Paranuclearkörp. der gekernten Erytrocyten,* ecc. Arch. f. Mickr. Anat. Bd. 15, 1895.

(9) Renaut, Soc. Biologie, 1879.

(10) Dehler, *Beitr. zur Ken. des feinern Baues des roten Blutkörper bein Hunerembryo.* Arch. f. micr. Anat. Bd. 46, 1898, pag. 414.

(11) Nicolas, *Sur quelques parties de struct. des erytr. nucléés* ecc. Bibl. anatomique, T. IV, 1896, pag. 6.

(12) Jolly, *Origine nucléaire des paranuclei,* ecc. CR. de l'Ars. des Anat. Vs. Liége 1903, pag. 115.

(13) Guarnieri e Daddi, *Sulla metamorfosi nucleinica degli eritrociti.* Soc. Edit. Libraria 1900.

plasma emoglobinico degli eritrociti a contenuto cromatico bleu, si differenziano piccoli blocchi di sostanza che appaiono di un colore dal bruno scuro a quello dell'ocra gialla. Guarnieri interpretò questo fatto, come una precipitazione a zolle di una parte dell'emoglobina, per azione della sostanza colorante, precipitazione dalla quale naturalmente io dissento, ritenendola invece come una normale differenziazione della sostanza cromatica degli eritrociti, fenomeno che nei casi di Guarnieri era specialmente visibile, giacchè, come ho anch'io osservato, questa sostanza granulare aumenta in quantità negli eritrociti neoformati, nella ematopoiesi riparatrice, degli stati anemici. Chi confronti le figure 6, 7, 8, 9, 10 e 11 di Guarnieri colle figure 1-4, potrà facilmente convincersi delle identità delle due formazioni.

Io ho potuto poi anche convincermi come le granulazioni da me descritte, e in questi casi minutissime, si possano anche trovare nelle piastrine, ed il reperto è tanto più evidente quando le piastrine assumano le gigantesche proporzioni che si osservano frequentemente nelle anemie. Io riferisco ora questo reperto senza discuterlo e senza cercare quindi di rispondere alle due domande che vengono spontanee:

La presenza di queste granulazioni rossoviolacee, è un semplice fatto passivo ed in rapporto alla facile penetrazione di elementi corpuscolari circolanti nel tenue protoplasma delle piastrine, o non è una prova diretta della derivazione delle piastrine dagli eritrociti?

Nelle mie osservazioni ho potuto vedere ancora, come i globuli rossi a contenuto cromatico, e specialmente quelli appena formati, colla sostanza cromatica disposta ad anello, abbiano una spiccata tendenza ad avvicinarsi (fig. 20), a conglutinarsi come fanno le piastrine. Ne risultano ammassi, che sono dunque specialmente visibili nel sangue degli anemici in riparazione, e che non si producono mai nel sangue degli individui normali, nei quali gli eritrociti a contenuto cromatico sono molto scarsi, ed a scarso contenuto cromatico. Questi ammassi sono invece numerosi ad osservarsi nelle dilacerazioni che si facciano a fresco della polpa del midollo, dove, come sappiamo, sono molto numerosi, perchè vi si originano.

Dirò ancora, come anche nei normoblasti circolanti (reperibili nelle varie anemie spontanee o sperimentali) si osservi la differenziazione della sostanza cromatica che vi è contenuta, in parte cioè granulare e parte filamentosa, differentemente tingibili, e come questa differenziazione si osservi anche spiccatissima nei megaloblasti, dove la sostanza cromatica e nella parte granulare e nella parte filamentosa, può assumere le più varie e curiose disposizioni, figg. 17, 18, 19, osservazioni queste che confermano le precedenti di Israel e Pappenheim che nei normoblasti e nei gigantoblasti degli embrioni di topo, avevano dimostrata la presenza della sostanza tingibile.

Ricorderò infine, come in parecchi stati anemici (specialmente nelle anemie spontanee o sperimentali da P*b*) furono descritti negli eritrociti del sangue circolante, fissati coll'alcool e colorati col bleu di metilene Loëffler, dei granuli basofili, che alcuni autori vogliono assolutamente differenziare dalla sostanza cromatica colorabile a fresco, ritenendoli sempre di significato patologico, mentre altri autori sono inclinati ad identificare le due formazioni.

Dal complesso delle mie osservazioni io sarei inclinato ad ammettere la seconda di queste ipotesi, e ricordo solo a questo proposito un semplice esperimento che par-

lerebbe appunto per l'identità della sostanza, che assumerebbe aspetto diverso, solo per i diversi metodi adoperati per dimostrarla. L'esperimento è questo: se prendiamo una goccia di sangue da una cavia ripetutamente salassata e la coloriamo a fresco, vi troviamo molti globuli rossi a contenuto cromatico, disposto in vario modo a seconda della sostanza colorante adoperata. Se fissiamo lo stesso sangue in alcool e lo coloriamo col bleu di metilene Loëffler, vi troviamo molti globuli rossi che contengono tanti piccoli granuli bleu (granulazioni basofile degli autori) in un numero corrispondente a quelli colorati a fresco. Se prendiamo una goccia di sangue, la coloriamo rapidamente a fresco e successivamente la fissiamo in alcool e la coloriamo col bleu di Loëffler, non vi otteniamo più le forme granulari, ma vi ritroviamo solo la sostanza cromatica nella disposizione assunta dalla precedente colorazione a fresco.

Negli stati anemici, i globuli rossi a contenuto cromatico, come sappiamo, aumentano in numero ed aumenta la quantità di sostanza cromatica che vi è contenuta; da questo il facile errore degli AA., che per trovare in questi casi un gran numero di globuli rossi con granulazioni basofile, lo ritennero un reperto specifico. Infatti anche nel sangue normale di tutti gli animali, fissato in alcool e colorato col bleu di metilene Loëffler, si possono dimostrare piccole granulazioni basofile, in alcuni scarsi eritrociti che rappresentano gli scarsi eritrociti a contenuto cromatico che normalmente esistono nel sangue circolante. Si può dunque ragionevolmente concludere che: *I globuli rossi, contenenti le granulazioni basofile, rappresentano i globuli rossi che contenevano in vita la sostanza cromatica, ridotta dalla fissazione adoperata per il sangue, ad una formazione di granuli multipli, uniformemente colorabili in bleu, e quindi non più differenziabili tra di loro.*

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE.

1-2-3-4. — Globuli rossi a contenuto cromatico colorati a fresco col brillant cresyl blau, e nei quali si è ottenuta la differenziazione della sostanza cromatica, in parte filamentosa bleu, ed in parte granulare rosso violacea.

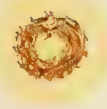
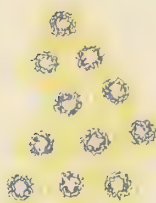
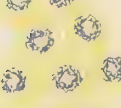
5-6-7-8. — Globuli rossi nei quali la differenziazione della sostanza cromatica è ottenuta colla tionina o col bleu policromo di Unna.

9-10. — Globuli rossi nei quali la sostanza cromatica è colorata intensamente e retratta per l'uso del rosso neutrale.

11-12. — Globulo rosso e normoblasto nei quali si ha l'immagine negativa della sostanza cromatica, ottenuta coll'uso della dalia.

13-14-15-16. — Varî aspetti assunti dalla sostanza cromatica in globuli rossi nucleati, trattati col brillant cresyl blau.

17-18-19. — Normoblasti e megaloblasti dell'uomo colla differenziazione della sostanza cromatica.

20. — Ammassi di globuli rossi giovani a contenuto cromatico.

11
12
15
16
19

RELAZIONE

letta nella seduta del 6 maggio 1906 dal Corrispondente SELLA (relatore) a nome anche del Socio BLASERNA, sulla Memoria del dott. G. ZAMBIASI intitolata: *Verifica dei coristi normali dell'Ufficio centrale italiano per il corista uniforme.*

Nell'Ufficio centrale del corista uniforme annesso al R. Istituto Fisico di Roma erano state eseguite a cura del dott. Pierpaoli, negli anni 1891 e 1897 misure di determinazione dell'altezza e del coefficiente di temperatura su due coristi, normale e di verifica, conservati in quell'Ufficio. La seconda serie di misure aveva mostrato che nell'intervallo di 6 anni corso dalla prima, erano avvenuti dei leggeri mutamenti, che oltrepassavano di poco i limiti degli errori di misura. Il dott. Zambiasi ha ora istituito una nuova serie di misure, la quale conferma l'andamento presentato dalle due prime. Per dare un'idea di queste lente variazioni s'indichi nella formola

$$\mathfrak{N} = 870\,(1 + \gamma\,(t - \mathrm{T}))$$

il numero delle vibrazioni del corista alla temperatura t essendo T la temperatura alla quale il numero delle vibrazioni del corista è esattamente uguale a 870 e γ il coefficiente di temperatura. Allora dalle misure del Pierpaoli e dello Zambiasi otteniamo il seguente specchietto:

	CORISTA NORMALE		CORISTA DI VERIFICA	
	T	γ	T	γ
Pierpaoli 1891	16°,22	0,000110	23°,61	0,000107
" 1897	16, 02	109	23, 57	106
Zambiasi 1905	15, 83	110	23, 14	108

Questi numeri dimostrano che mentre il coefficiente termico si è conservato sensibilmente costante, la temperatura T è andata diminuendo regolarmente nel corista normale, e meno regolarmente ma con diminuzione complessiva dal 1891 al 1905 dello stesso ordine della precedente, per il corista di verifica.

Le determinazioni dello Zambiasi sono condotte colla medesima diligenza ed alta precisione delle precedenti, già pubblicate in questi Atti, e contengono in più una ricerca molto interessante, cioè lo studio della differenza che si deve dare a due coristi che si vogliono paragonare, affinchè si raggiunga in esso paragone la massima precisione.

Per le ragioni esposte la Commissione propone l'inserzione integrale della Memoria del dott. Zambiasi negli Atti accademici.

Verifica dei coristi normali dell' Ufficio centrale Italiano pel corista uniforme.

Memoria del dott. G. ZAMBIASI.

È còmpito principale dell'Ufficio per la conservazione del corista, il constatare, se i due coristi prototipi ad esso affidati conservano il tono normale corrispondente a 870 vibrazioni semplici al secondo, l'uno, *corista normale*, alla temperatura di 15° c., l'altro, *corista da verifica*, a 20°.

Nell' Ufficio centrale Italiano, annesso al R. Istituto Fisico di Roma, furono già fatte due verifiche dal prof. Pierpaoli, la prima nel 1891, la seconda nel 1897 [1]: siccome dal confronto delle due verifiche si riconobbe che erano avvenuti piccoli mutamenti probabilmente reali, perchè superavano un poco i limiti degli errori di misura; così la presente verifica, che è la terza, ha per iscopo di riconoscere se anche in seguito si avverarono quelle variazioni. La serie di queste ricerche fu incominciata fin dall'anno scolastico 1903-4; ma nel resoconto sono riportate soltanto le misure fatte dal novembre 1904 a tutto agosto 1905.

Il problema si risolve collo stabilire con precisione il numero assoluto di vibrazioni al secondo e il coefficiente di temperatura dei due coristi; al che si richiede una lunga serie di misure del numero di vibrazioni al secondo a diverse temperature per ciascun corista.

Avendo, in questa prova, seguìto nelle linee essenziali il metodo tenuto dal Pierpaoli nelle due antecedenti, così mi limito ad esporre le circostanze speciali da me osservate nel condurre la esperienza.

Modo di sperimentare.

Il metodo è indiretto; e consiste nel confrontare otticamente i due coristi per mezzo dei battimenti coll'orologio a corista di König, e l'orologio con un cronometro.

Avevo incominciato prima dallo studio preliminare dell'orologio e del cronometro, ma in seguito mi persuasi che era meglio condurre contemporaneamente i due confronti, per rendere più comparabili le misure.

Per poter fare il confronto contemporaneo ho adattato l'orologio in modo da poter contare sempre comodamente i battimenti con entrambi i coristi normali. Siccome esso dovrebbe compire 145 v. s. al secondo che stanno a quelle dei coristi nel rapporto di 1 : 6; così per evitare l' incontro di questo intervallo, preciso o quasi, che non darebbe battimenti o li darebbe troppo lenti, ho spostato i pesi addizionali delle branche del corista per renderlo più lento. L' intervallo divenne crescente ad

[1] R. Accad. dei Lincei, Memorie della Classe di scienze fisiche, matem. e nat.; serie 4ª, vol. VII, pag. 200, 1892; serie 5ª, vol. III, pag. 178, 1901.

ogni temperatura, e rimase stabilito il senso positivo dei battimenti; sicchè il numero di vibrazioni dei due coristi era eguale al sestuplo delle vibrazioni dell'orologio, più quelle date dai rispettivi battimenti.

Inoltre ho fissato i due coristi prototipi ad un solido sostegno in modo che mandassero nel campo d'un cannocchiale, l'immagine d'un punto luminoso riflettuta ad essi dallo specchio del corista dell'orologio. Quindi potevo osservare a piacimento le due figure ottiche. Naturalmente i coristi venivano confrontati coll'orologio, uno ad uno; e per evitare le reciproche influenze, veniva fermato tra le branche del corista in riposo un cuneo coperto di pelle, che impediva ogni movimento vibratorio.

Accanto al termometro dell'orologio ho collocato quello campionato usato da Pierpaoli; colle tavole del quale ho ridotto la temperatura al termometro normale ad idrogeno.

Così disposte le cose, facevo le misure nell'ordine seguente: messo in azione l'orologio e constatato che aveva preso movimento uniforme, leggevo l'ora, i minuti e le vibrazioni o frazioni di secondo segnate a un dato istante del cronometro, e notavo la temperatura. Siccome per lo studio dell'orologio era sufficiente una seconda lettura, dopo più ore, al termine dell'esperienza, così approfittavo nel frattempo del suo movimento per fare numerosi confronti coi due coristi normali, prendendo ogni precauzione per non alterare la temperatura dell'ambiente.

Ciò premesso riferirò particolarmente di ciascuna serie di misure.

Orologio a corista di König.

Due difficoltà ho incontrato dapprincipio nell'uso di quest'apparecchio. L'una che le durate dei battimenti coi coristi prototipi non erano in ogni caso costanti ad una stessa temperatura; l'altra che l'errore di lettura dell'orologio nell'apprezzare le frazioni di secondo era troppo grande.

Per ovviare alla prima ho studiato l'andamento dell'orologio ad una data temperatura, confrontandolo con un corista libero. Il corista dell'apparecchio funge da pendolo, quindi vibra continuatamente per l'azione della molla. M'accorsi subito che per avere moto uniforme, cioè dipendente soltanto dal corista, conveniva regolare la carica della molla.

Non si deve caricare l'orologio mentre è in azione (come vorrebbe König); perchè vien turbato l'andamento regolare. Mentre prima la durata d'un battimento era: 0,825, dopo la carica fatta con tre giri di chiave divenne: 0,870. Inoltre caricando completamente e lasciandolo in movimento per otto e più ore, l'orologio rallenta più sensibilmente al principio e alla fine, colla differenza d'un decimo di secondo nella durata d'un battimento. Perciò ho limitato la carica a tre giri di chiave per circa sei ore di movimento, ottenendo soddisfacente uniformità come appare dal seguente specchietto che ne indica l'andamento:

Durata d'un battimento	Ore	minuti		v. s.
0″ 852	2^h	32′	59″	135
0,'846	3^h	33′	0″	5
0, 815	7^h	29′	59″	115
0, 808	8^h	30′	0	25

La variazione nella prima ora è di 0″,006 e nell'ultima è di 0″,007.

La lunga durata dell'esperienza serve a rendere minimo l'errore di lettura delle vibrazioni sull'orologio. Ora io credo di aver ottenuto maggiore precisione nel seguente modo: l'orologio, oltre i quadranti delle ore e dei minuti, ne ha uno delle vibrazioni il cui indice fa un giro al secondo percorrendo 145 divisioni corrispondenti a 145 v. s. del corista. Seguendo col canocchiale quest' indice, si può leggere la divisione innanzi alla quale passa all' istante del *tic* e del *tac* del cronometro che batte il mezzo secondo, con errore incirca di dieci divisioni.

In pratica incominciavo venti secondi prima del termine prefisso sul cronometro, facendo venti osservazioni per leggere il numero di vibrazioni compiute nella frazione di secondo; e ripetevo questa lettura almeno cinque volte in cinque minuti primi successivi.

In una esperienza di sei ore, ad un errore di lettura di 30 v. s., risponde nel computo del numero di vibrazioni al secondo l'errore di: 0,000009.

Siccome intercalavo altre letture ad intervalli di una o due ore, per seguire l'andamento dell'orologio rispetto al cronometro, così ho riscontrato che con un'esperienza di un'ora, si ottiene l'approssimazione di: 0,00006. Ora sarebbe vantaggioso poter abbreviare l'esperienza, per mantenere più costante la temperatura.

Il cronometro Williams con cui paragonava l'orologio di König, aveva, durante questo periodo un aumento di 0″,25 secondi sull'ora del tempo medio, del quale ho tenuto conto.

Il risultato di 96 misure, fatte a temperature naturali nel corso d'un anno, sul corista dell'orologio, è riassunto nella seguente:

Tabella I.

P	t	N oss.	N calc.	Δ		P	t	N. oss.	N calc.	Δ	
	°	v. s.	v. s.	+	—		°	v. s.	v. s.	+	—
4	0,78	145,0850	145,0856	..	6	1	15,48	144,8780	144,8755	25	..
2	1,46	» 0750	» 0764	..	14	5	15,85	» 8700	» 8703	..	3
1	2,53	» 0614	» 0611	3	..	1	16,44	» 8620	» 8632	..	12
1	4,52	» 0380	» 0326	54	..	4	16,64	» 8595	» 8604	..	9
1	4,76	» 0295	» 0292	3	..	1	16,86	» 8552	» 8558	..	6
3	4,87	» 0275	» 0276	..	1	3	17,01	» 8520	» 8536	..	16
3	5,14	» 0251	» 0237	14	..	1	17,40	» 8480	» 8480	..	..
1	5,35	» 0240	» 0207	33	..	2	18,60	» 8300	» 8309	..	9
1	5,40	» 0205	» 0200	5	..	1	19,90	» 8110	» 8122	..	12
1	6,08	» 0100	» 0104	..	4	1	20,43	» 8036	» 8046	..	10
1	6,13	» 0087	» 0095	..	8	4	20,52	» 8027	» 8033	..	16
5	6,97	144,9966	144,9975	..	11	1	20,69	» 8000	» 8009	..	9
1	8,14	» 9826	» 9807	19	..	1	21,78	» 7850	» 7853	..	3
1	8,73	» 9700	» 9722	..	22	1	22,37	» 7770	» 7768	2	..
3	9,76	» 9575	» 9575	..	..	3	22,47	» 7744	» 7754	..	10
1	9,97	» 9550	» 9545	5	..	4	23,10	» 7660	» 7664	..	4
4	10,75	» 9430	» 9433	..	3	1	23,69	» 7560	» 7579	..	19
1	11,06	» 9390	» 9389	1	..	1	25,40	» 7325	» 7334	..	9
1	11,93	» 9268	» 9264	4	..	1	26,34	» 7200	» 7199	1	..
2	12,22	» 9220	» 9223	..	3	1	26,56	» 7170	» 7168	2	..
1	12,96	» 9130	» 9117	13	..	1	28,41	» 6905	» 6903	2	..
1	13,26	» 9075	» 9074	1	..	5	28,81	» 6860	» 6846	14	..
2	13,66	» 9020	» 9016	4	..	1	29,02	» 6820	» 6715	5	..
3	14,75	» 8830	» 8860	..	30	1	29,32	» 6780	» 6772	8	..
1	15,14	» 8800	» 8804	..	4	4	30,23	» 6660	» 6642	18	..

La I colonna segna il peso P, ossia il numero totale delle esperienze, ove sono riunite in gruppi quelle che corrispondono alla stessa temperatura.

La II colonna indica la temperatura t di ciascuna esperienza.

La III dà il numero di vibrazioni al secondo osservato, ossia ottenuto dividendo il numero totale di vibrazioni segnate dall'orologio per il numero di secondi letto sul cronometro.

La IV dà il numero di v. s. al secondo calcolato dalle tre prime colonne col metodo dei minimi quadrati.

La V segna le differenze in decimillesimi di v. s., tra i numeri osservati e i numeri calcolati dalle seguenti formole:

$$N_0 = \frac{\Sigma N \, \Sigma t^2 - \Sigma N t \, \Sigma t}{n \Sigma t^2 - (\Sigma t)^2} \quad , \quad a = \frac{\Sigma N \, \Sigma t - n \Sigma N t}{n \Sigma t^2 - (\Sigma t)^2}$$

sostituendo i valori ricavati dalla Tabella:

$$n = 96 \qquad \Sigma t = 1466,16$$
$$\Sigma N = 13908,3401 \qquad \Sigma t^2 = 29225,1782$$

ho ottenuto:

$$N_0 = 145,09736 \quad , \quad a = 0,01432757$$

che sono il numero di vibrazioni a zero, e la variazione termica per 1°, coi quali ho calcolato i numeri della IV colonna per mezzo dell'equazione:

$$N_t = 145,09736 - 0,01432757\, t\,.$$

Questa equazione prende la forma:

$$N_t = 145,09736\,(1 - 0,0000986\, t)$$

introducendo il coefficiente di temperatura del corista:

$$\gamma = \frac{a}{N_0} = 0,0000986\,.$$

Coristi prototipi.

Il confronto con l'orologio si fa, come ho detto, otticamente, misurando la durata ϑ d'un battimento in secondi, che si traduce in numero β di vibrazioni semplici al secondo, calcolandone il valore reciproco: $\beta = \frac{1}{\vartheta}$.

Ogni valore β *osservato* nella Tabella II, fu ottenuto misurando da 30 a 60 volte la durata di almeno 20 battimenti dell'uno o dell'altro corista.

Ho tenuto conto soltanto delle misure fatte in identiche condizioni dell'orologio, cioè nelle due prime ore di movimento, per evitare l'errore che risulta dal suo rallentamento.

Il risultato del confronto dei due coristi è contenuto in una sola tabella; perchè il peso P, le temperature t, e i valori 6N dell'orologio ad esse corrispondenti, nelle tre prime colonne, sono comuni. Le quattro colonne seguenti sono proprie del corista da verifica.

I valori $\mathfrak{N}'$ ed $\mathfrak{N}''$, furono calcolati coi rispettivi numeri di vibrazioni a zero $\mathfrak{N}'_0$ ed $\mathfrak{N}''_0$ e colle variazioni termiche α' ed α'' per 1° (ottenuti col metodo dei minimi quadrati) per mezzo dell'equazione:

$$\mathfrak{N}_t = \mathfrak{N}_0 + \alpha t.$$

I valori *calcolati* β' e β'', sono dedotti per differenza tra i numeri $\mathfrak{N}'$ ed $\mathfrak{N}''$ e i corrispondenti, 6N dell'orologio. Finalmente sono segnate le differenze Δ in diecimillesimi di vibrazioni tra i β osservati e i β calcolati.

TABELLA III.

P	t	6N	Corista normale					Corista da verifica				
			β'_t osservato	$\mathfrak{N}'_t$	β'_t calcolato	Δ		β''_t osservato	$\mathfrak{N}''_t$	β''_t calcolato	Δ	
	°	v. s.	v. s.	v. s.	v. s.	+	—	v. s.	v. s.	v. s.	+	—
2	0,40	870,5498	0,9364	871,4865	0,9367	..	3	1,5726	872,1225	1,5727	..	1
1	0,79	» 5162	0,9328	» 4489	0,9327	1	..	1,5690	» 0861	1,5699	..	9
2	1,46	» 4587	0,9260	» 3844	0,9257	3	..	1,5650	» 0235	1,5648	2	..
1	2,53	» 3667	0,9150	» 2813	0,9146	4	..	1,5570	871,9237	1,5570	..	..
3	3,73	» 2635	0,9020	» 1657	0,9022	..	2	1,5487	» 8117	1,5482	5	..
3	4,52	» 1956	0,8950	» 0896	0,8940	10	..	1,5425	» 7380	1,5424	1	..
1	4,78	» 1732	0,8920	» 0647	0,8915	5	..	1,5410	» 7137	1,5405	5	..
1	5.14	» 1423	0,8885	» 0299	0,8876	9	..	1,5385	» 6801	1 5379	6	..
4	5,40	» 1199	0,8847	» 0048	0,8849	..	2	1,5360	» 6559	1,5360	..	..
2	6,08	» 0615	0,8790	870,9393	0,8778	12	..	1,5300	» 5924	1,5309	..	9
1	6,43	» 0314	» 710	» 9056	» 742	..	32	» 290	» 5598	» 284	6	..
2	6,97	869,9850	» 697	» 8536	» 686	..	9	» 245	» 5094	» 244	1	..
1	7,32	» 9549	» 660	» 8199	» 650	10	..	» 215	» 4767	» 228	..	13
2	7,64	» 9274	» 610	» 7891	» 617	..	7	» 200	» 4469	» 195	5	..
3	8,14	» 8844	» 562	» 7409	» 565	..	3	» 160	» 4002	» 158	2	..
1	9,25	» 7890	» 456	» 6340	» 450	6	..	» 070	» 2966	» 076	..	6
4	9.80	» 7417	» 395	» 5810	» 393	2	..	» 040	» 2453	» 036	4	..
3	10,75	» 6600	» 292	» 4895	» 295	..	2	1,4960	» 1566	1,4966	..	6
1	11,36	» 6076	» 225	» 4307	» 231	..	6	» 920	» 0997	» 921	..	1
2	11,83	» 5672	» 188	» 3854	» 182	6	..	» 883	» 0559	» 887	..	4
3	12,22	» 5337	» 140	» 3469	» 132	8	..	» 860	» 0195	» 868	..	8
1	12,93	» 4726	» 060	» 2795	» 069	..	9	» 815	870,9532	» 806	9	..
2	13,26	» 4443	» 034	» 2477	» 034	..	..	» 782	» 9224	» 781	1	..
1	13,60	» 4150	» 000	» 2149	0,7999	1	..	» 752	» 8907	» 757	..	5
1	14,65	» 3248	0,7890	» 1138	» 890	..	..	» 680	» 7927	» 679	1	..
3	15,14	» 2826	» 837	» 0666	» 840	..	3	» 647	» 7470	» 644	3	..
1	16,30	» 1829	» 710	869,9549	» 720	..	10	» 556	» 6387	» 558	..	2
4	16,54	» 1623	» 690	» 9317	» 694	..	4	» 536	» 6163	» 540	..	4
3	17,11	» 1123	» 631	» 8768	» 645	16	..	» 500	» 5632	» 509	..	9
1	17,90	» 0454	» 560	» 8007	» 553	7	7	» 435	» 4894	» 440	..	5
2	18,60	868,9766	» 480	» 7333	» 567	..	87	» 384	» 4241	» 479	5	..
1	19,80	» 8820	» 352	» 6177	» 357	..	5	» 300	» 3121	» 301	..	1
2	20,23	» 8451	» 314	» 5763	» 312	2	..	» 268	» 2720	» 269	..	1
1	20,52	» 8201	» 280	» 5484	» 283	..	3	» 250	» 2449	» 248	2	..
4	20,78	» 7978	» 247	» 5244	» 266	..	19	» 226	» 2207	» 229	..	3
1	21,50	» 7359	» 190	» 4440	» 081	9	..	» 170	» 1535	» 176	..	6
3	22,47	» 6525	» 077	» 3605	» 080	..	3	» 100	» 0630	» 115	..	15
3	23,10	» 5984	» 016	» 2998	» 014	2	..	» 060	» 0042	» 058	2	..
2	23,89	» 5304	0,6933	a 2237	0,6933	..	..	» 000	869,9405	» 101	..	1
1	24,42	» 4849	» 872	» 1727	» 878	..	6	1,3953	» 8810	1,3961	..	8
1	25,80	» 3663	» 740	» 0397	» 734	6	..	» 850	» 7522	» 859	..	9
2	26,14	» 3370	» 700	» 0070	» 700	..	..	» 840	» 7205	» 835	5	..
1	26,56	» 3009	» 650	868,9665	» 656	..	6	» 800	» 6813	» 804	..	4
1	27,60	» 2115	» 552	» 8664	» 549	3	..	» 725	» 5843	» 728	..	3
2	28,41	» 1419	» 462	» 7883	» 464	..	2	» 670	» 5087	» 668	2	..
3	29,02	» 0894	» 400	» 7296	» 402	..	2	» 630	» 4518	» 624	6	..
2	29,32	» 0637	» 373	» 7007	» 370	..	3	» 600	» 4238	» 601	..	1
3	30,17	867,9906	» 295	» 6188	» 282	13	..	» 543	» 3444	» 538	5	..
3	30,30	» 9794	» 269	» 6063	» 269	..	..	» 527	» 3323	» 529	..	2
2	30,50	» 9622	» 250	» 5870	» 248	2	..	» 518	» 3137	» 515	3	..

Anche in questa Tabella II i battimenti calcolati si ottennero col metodo dei minimi quadrati nel seguente modo: sostituiti i valori a zero N_0 e $\mathfrak{N}_0$ del corista

dell'orologio e d'un corista normale, la cui variazione termica è segnata con α, la equazione:

3) $$\mathfrak{N}_t = 6N_t + \beta$$

prende la seguente forma:

4) $$(\mathfrak{N}_0 - 6N_0) + (a - \alpha)\, t = \beta_t$$

dalla quale col metodo dei minimi quadrati si ha:

5) $$\mathfrak{N}_0 = 6N_0 + \frac{\Sigma\beta\Sigma t^2 - \Sigma\beta t\Sigma t}{n\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2} \quad , \quad \alpha = 6a + \frac{\Sigma\beta\Sigma t - n\Sigma\beta t}{n\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2} .$$

Dallo studio dell'orologio sono noti i valori:

$$6N = 870{,}58416 \quad \text{e} \quad 6a = 0{,}08596542 .$$

Dalle due prime colonne della Tabella II si ha:

$$n = 100 \qquad \Sigma t^2 = 32771{,}4575$$
$$\Sigma t = 1568{,}73 \qquad (\Sigma t)^2 = 2460913{,}8129$$

che sono valori comuni ai due coristi.

Dai valori osservati della Tabella II si ricavano le somme proprie di ciascuno:

PEL CORISTA NORMALE:	PEL CORISTA DA VERIFICA:
$\Sigma\beta' = 77{,}8283$	$\Sigma\beta'' = 146{,}0313$
$\Sigma\beta' t = 1136{,}328601$	$\Sigma\beta'' t = 2230{,}833599$

Sostituendo ed eseguendo le operazioni, mi è risultato:

PEL CORISTA NORMALE:	PEL CORISTA DA VERIFICA:
$\mathfrak{N}'_0 = 871{,}525012$, $\alpha' = 0{,}0963281$	$\mathfrak{N}''_0 = 872{,}15979$, $\alpha'' = 0{,}093316$

Con questi valori ho calcolato i numeri di vibrazioni di ciascun corista, segnati nelle colonne 5ª e 9ª, per mezzo della equazione:

6) $$\mathfrak{N}_t = \mathfrak{N}_0 - \alpha t$$

e finalmente ho dedotto i β calcolati, per differenza tra le due colonne $\mathfrak{N}'_t$ ed $\mathfrak{N}''_t$ e la 3ª che ha i valori $6N_t$.

Per apprezzare giustamente i risultati di queste ricerche, conviene conoscere il grado di precisione che si può raggiungere col metodo seguito.

Mentre per l'orologio vi ha il vantaggio d'una lunga durata dell'esperienza nelle singole misure, pei due coristi il tempo è assai limitato, non mantenendosi essi in istato di vibrazione isocrona e discernibile, più di quarantacinque secondi.

Essendo così breve il tempo disponibile, resta in nostro arbitrio, nel fissare le condizioni iniziali di tutta la ricerca, stabilire la frequenza che si deve dare ai battimenti per avere maggiore precisione nei valori osservati.

Sia ν il numero dei battimenti nella durata t dell'esperienza; essendo $\mathfrak{N}$ il numero di vibrazioni d'un corista ad N quelle dell'orologio, la equazione fondamentale sarà nel caso nostro:

$$\mathfrak{N} = 6\mathrm{N} + \frac{\nu}{t}.$$

Differenziando:

$$d\mathfrak{N} = \frac{\nu dt}{t^2} = \frac{\nu}{t}\left(\frac{dt}{t}\right)$$

si trova che l'errore $d\mathfrak{N}$ nel calcolo delle vibrazioni, è inversamente proporzionale al quadrato del tempo; quindi conviene approfittare di tutto il tempo utile; ma è ancora proporzionale al prodotto νdt, quindi la massima precisione risponde al minimo di questo prodotto.

Ho scelto a caso cinque misure dei battimenti, e calcolato $d\mathfrak{N}$ coi minimi quadrati. Ecco il risultato nel seguente specchietto, che contiene i dati necessari alla verifica della equazione:

Tabella III.

ν	t	$\frac{t}{\nu}$	n	$\Sigma\Delta^2$	$dt = \sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n}}$	νdt	$d\mathfrak{N} = \frac{\nu dt}{t^2}$
20	30°,09	1,50	30	0,2807	0,0837	1,6754	0,0018
20	27°,00	1,35	30	0,1966	0,0771	1,5420	0,0021
20	20°,30	1,01	40	0,1200	0,0540	1,0800	0,0026
20	15°,20	0,76	40	0,0500	0,0350	0,7000	0,0030
30	19°,5	0,64	50	0,0800	0,0400	1,2000	0,0030

Di quì si vede che l'errore $d\mathfrak{N}$ delle misure nel caso più sfavorevole (cioè alle alte temperature (e pel corista da verifica) fu incirca di 0,003 v. s., avendo potuto contare trenta e più battimenti dai 20° a 30°. Ciò appare chiaro ricavando dalla Tabella II le condizioni iniziali della ricerca, che sono presso a poco quelle della seconda verifica del Pierpaoli. L'orologio segnava 145 v. s., al secondo, alla temperatura di 6°,79, mentre i due coristi prototipi fanno 870 v. s., l'uno a 15°,83, l'altro a 23°,14. Quindi il loro rapporto si mantenne sempre superiore ad 1 : 6, in modo che la durata dei battimenti si contenne nei limiti da 0″,6 ad 1″,5 fra le temperature 30° e 0°.

Ma dalla Tabella III risulta ancora che l'errore di misura $d\mathfrak{N}$ aumenta, mentre la durata $\frac{t}{\nu}$ dei battimenti va diminuendo. Perciò ho voluto decidere, con una esperienza diretta, il problema di massima precisione nell'uso del contasecondi per misurare le durate dei battimenti.

Nel caso nostro la durata t dell'esperienza può considerarsi come costante, perchè limitata a circa 45″ secondi, quanto si mantengono in vibrazione i coristi normali;

resta quindi a vedere per qual valore di v, sia minimo il prodotto vdt. Il fattore dt è l'errore personale nell'uso del contasecondi, perciò è in nostro arbitrio soltanto la scelta del v nel fissare le condizioni iniziali. Io l'ho scelto in modo che nel tempo utile di 43″ secondi si potessero contare: $v = 2, 6, 10, 55, 84$ battimenti.

Da cento misure fatte per ciascun caso ho ricavato col metodo dei minimi quadrati, l'errore dt, il prodotto vdt e il quoziente $\frac{vdt}{t^2}$; i cui valori sono contenuti nella seguente:

TABELLA IV.

v	t	$\frac{t}{v}$	$\Sigma\Delta^2$	$dt = \sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n}}$	vdt	$\frac{vdt}{t^2}$
2	41,32	20,66	213,8060	1,4622	2,9244	0,00158
6	42,54	7,09	14,9900	0,3792	2,2752	0,00123
10	42,21	4,22	3,4256	0,1850	1,8500	0,00100
24	41,94	1,68	3,3940	0,1842	4,4208	0,00239
55	41,96	0,76	2,6800	0,1636	8,9980	0,00487
84	42,45	0,50	6,5700	0,2560	21,5040	0,01160

Di quì appare che il minimo corrisponde ai battimenti della durata di circa 4″. L'errore personale dt diminuisce bensì, fino ad un certo limite, colla frequenza dei battimenti; ma l'errore definitivo $d\mathfrak{N}$ che dipende anche dal fattore v, passa per un minimo col prodotto vdt, essendo, come s'è detto, costante $t = 43''$. Secondo questa tabella la massima precisione nel misurare la durata dei battimenti quando si dispone d'un tempo limitato, si ha: per $\frac{t}{v} = 4,22$, cioè quando la loro durata è incirca di quattro secondi. In questo caso l'errore è incirca di 0,001 v. s.

Se non che nella verifica dei coristi prototipi non è possibile tal precisione, perchè si deve sperimentare a diverse temperature colle quali variano le durate dei battimenti; si supplisce in parte col grande numero di misure.

Riassumo i risultati di questo studio nella seguente:

TABELLA V.

t^0	CORISTA DELL'OROLOGIO N	CORISTA NORMALE $\mathfrak{N}'$	CORISTA DA VERIFICA $\mathfrak{N}''$
	v. s.	v. s.	v. s.
0°	145,0974 v. s.	871,5250 v. s.	872,1598 v. s.
6,79	*145*,0000	870,9230	871,5262
10,00	144,9541	870,5617	871,2266
15,00	» 8824	870,0801	870,7600
15,83	» 8704	*870*	» 6829
20,00	» 8108	869,5984	870,2935
23,14	» 7758	» 2906	*870*
30,00	» 6675	868,6352	869,3603
	Variazione termica		
	$\alpha = 0,01432757$	$\alpha' = 0,096328$	$\alpha'' = 0,093316$
	Coefficiente di temperatura		
	$\gamma = 0,0000987$	$\gamma' = 0,0001102$	$\gamma'' = 0,0001069$

Confrontando le temperature corrispondenti ad 870 v. s. ottenute nelle tre verifiche, si ha:

		PEL CORISTA NORMALE	PEL CORISTA DA VERIFICA
I. Pierpaoli . . .	a. 1891	16°,218	23°,613
II. "	1897	16, 020	23, 570
III. Zambiasi	1905	15, 830	23, 144

Nel corista normale appare una variazione annua quasi regolare: cioè tra la I e la II prova è di 0°,033, e tra la I e la III è di 0°,027.

Nel corista da verifica invece si ha simile variazione di 0°,033, soltanto tra la I e la III prova; mentre la II si scosta pochissimo dalla I.

Tuttociò appare più evidente confrontando, sia i coefficienti di temperatura γ, sia i numeri di vibrazioni dei due coristi alle temperature normali nelle tre prove:

	Corista normale		Corista da verifica	
	γ'	$\mathfrak{N}'$ a 15°	γ''	$\mathfrak{N}''$ a 20°
I.	0,00010933	870,1162	0,0001064	870,3355
II.	0,00010997	870,0975	0,0001076	870,3454
III.	0,00011021	870,0800	0,0001069	870,2934

La variazione annua in v. s., è: pel normale di 0,26 tra la I e la III, e di 0,31 tra la I e la II prova; pel corista da verifica è di 0,30 tra la I e la III, ma non appare variazione sensibile tra la I e la II.

In seguito a queste esperienze, la risposta al problema proposto da principio si può formulare così: dalla prima alla terza verifica è avvenuto nei due coristi un abbassamento, con variazione annua di: 0,026 v. s. pel normale, e di: 0,030 pel corista da verifica, e un relativo aumento nel coefficiente di temperatura. I dati di tre sole prove non sono sufficienti per dimostrare se tale andamento sia o no regolare.

Ora la temperatura alla quale i due coristi compiono 870 v. s. al secondo, è; pel corista normale: 15°,83, e pel corista da verifica: 23,14.

RELAZIONE

letta nella seduta del 4 marzo 1906 dal Socio G. Strüver, relatore, a nome anche del Socio L. Balbiano, sulla Memoria del dott. Ferruccio Zambonini intitolata: *Ulteriori ricerche sulle zeoliti.*

Nella sua adunanza del 3 giugno 1905, l'Accademia ebbe già ad accogliere, per l'inserzione nei suoi Atti, un primo lavoro del dott. Zambonini sulla importante e molto discussa questione dello stato dell'acqua nelle zeoliti. L'autore, allora, in base alle sue ricerche sperimentali sulla disidratazione e il riassorbimento dell'acqua nella heulandite e nella thomsonite, venne nella conclusione che questi minerali dovessero, per il loro comportamento, avvicinarsi agli idrogeli e non agli idrati nè alle soluzioni solide.

Ora egli presenta una seconda Memoria, la quale contiene i risultati da lui ottenuti applicando gli stessi metodi, usati per le due zeoliti sopradette, alla natrolite di Salesl, specie di zeolite già studiata dal Friedel, alla garnierite, idrosilicato di nichelio amorfo, alla silice gelatinosa ottenuta per decomposizione del silicato potassico mediante l'acido cloridrico, e al diottasio, idrosilicato di rame cristallizzato. Dopo ampia discussione dei suoi risultati in confronto di quelli ottenuti da molti altri sperimentatori, l'autore, mentre conferma la ipotesi altra volta esposta sulle zeoliti, viene a concludere che la garnierite si comporta come una soluzione solida, di ac-accordo colle vedute del Tammann sulla costituzione delle sostanze amorfe, e che probabilmente anche il diottasio è da considerarsi come soluzione solida. I risultati delle numerose esperienze eseguite dall'autore, meritano certamente di essere conosciuti perchè costituiscono un notevole contributo alla soluzione della dibattuta questione dello stato dell'acqua nei minerali cristallizzati e amorfi, e quindi la Commissione propone l'inserzione integrale della Memoria negli Atti dell'Accademia.

Ulteriori ricerche sulle zeoliti.

Memoria del dott. FERRUCCIO ZAMBONINI.

In un altro lavoro presentato a cotesta Accademia [1], ho esposto i risultati di alcune esperienze istituite principalmente sulla heulandite allo scopo di portare qualche contributo sperimentale alla questione tanto dibattuta dello stato dell'acqua nelle zeoliti.

Le esperienze pubblicate si riferivano esclusivamente ai quattro quesiti che mi ero proposto di tentar di risolvere sperimentalmente. I risultati allora ottenuti mi decisero ad iniziare delle altre ricerche, collegate alle prime, ed atte, sia a confermare le conclusioni esposte, sia a gettare qualche luce sulle esperienze o sulle deduzioni fatte conoscere da alcuni studiosi ancor prima della pubblicazione del mio precedente lavoro, ma delle quali non avevo creduto di occuparmi, perchè non si riferivano alle questioni che io allora trattavo, e perchè mi sembravano utilmente discutibili soltanto in base a nuovi dati sperimentali.

Nella presente Memoria verranno comunicati i risultati ottenuti dallo studio dei seguenti problemi:

I. Disidratazione e assorbimento dell'acqua emessa da parte di una sostanza amorfa (nichelgimnite) e relativo confronto col comportamento delle zeoliti nelle stesse condizioni.

II. L'acqua assorbita dalle zeoliti anche solo parzialmente disidratate si trova nelle stesse condizioni di quella contenuta nel minerale naturale?

III. Confronto tra il comportamento della silice gelatinosa e delle zeoliti in seguito al riscaldamento.

IV. Ricerche sulla costituzione del dioptasio.

I.

Non essendomi stato possibile, coi mezzi che avevo a mia disposizione, eseguire determinazioni dirette della tensione di vapore delle zeoliti a temperatura elevata, era utile stabilire di confronto con questi minerali il comportamento di qualche altro

[1] *Ricerche su alcune zeoliti.* Memorie della R. Accad. dei Lincei, 1905, V, 344-374.

silicato idrato, e specialmente di uno di quelli amorfi, perchè, secondo Tammann (1), questi corpi sarebbero soluzioni solide. Questa teoria non si può, peraltro, considerare come suscettibile di generale applicazione, perchè vi sono degli idrati amorfi i cui caratteri non corrispondono a quelli delle soluzioni solide.

Di parere completamente contrario a quello del Tammann si è mostrato il Sommerfeldt (2), il quale ritiene improbabile « dass überhaupt amorphe Körper existieren, welche Wasser anders als adsorptionsartig gebunden enthalten ». Non si può, però, dire che l'esempio dell'opale, che egli cita in appoggio delle sue vedute, sia molto felice: questo minerale, infatti, non è, probabilmente, che una gelatina indurita, e come tale è naturale che non appartenga alle soluzioni solide.

Secondo il Sommerfeldt, il « più semplice » mezzo per distinguere una soluzione solida da un composto di assorbimento, sarebbe fornito dall'impiego di una sua formula sulla tonalità termica della ripresa dell'acqua emessa dal composto che si studia: dal presente lavoro risulterà, invece, che questo metodo non può essere che di impiego limitato e assai prudente, poichè, in molti casi, il riassorbimento dell'acqua non riconduce il minerale nello stato primitivo. Deduzioni più sicure mi sembra possano, invece, trarsi da uno studio minuto dell'emissione e del riassorbimento dell'acqua: nel caso di una soluzione solida si dovrà avere una variazione continua e regolare di tutte le proprietà. Da una ricerca di questo genere su un minerale amorfo si poteva avere o una conferma della teoria di Tammann o un comportamento analogo a quello delle zeoliti. Nel primo caso, che mi pare sia quello avverato dall'esperienza, si sarebbero avuti nuovi fatti in sostegno dell'ipotesi che ritiene non essere le zeoliti soluzioni solide.

Per un tale studio scelsi la nichelgimnite (garnierite). A questo minerale si assegna, generalmente, la formula $(Mg, Ni) SiO_3 + nH_2O$, la quale rappresenta abbastanza bene i risultati delle molte analisi eseguite. Il Dana nel suo trattato (pag. 677) distingue due sorta di acqua e scrive la formula $H_2 (Ni, Mg) SiO_4 + aq$. La garnierite è di solito considerata come amorfa, ad eccezione di E. Bertrand (3), secondo il quale sarebbe nettamente cristallizzata allo stato sferolitico, con carattere positivo. Tuttavia io credo molto più probabile che questo minerale sia amorfo, pur non escludendo che in qualche punto si possa avere un accenno a struttura cristallina, prodotta magari da particole di un minerale diverso. Il campione da me adoperato, che acquistai dal dott. Krantz, era di color verde smeraldo cupo, proveniva da Noumea (Nuova Caledonia), ed era purissimo, non presentando che qualche piccolissima patina di ossido ferrico idrato. La struttura era in alcuni punti compatta, in altri mammillare: al microscopio si ebbe il comportamento di una sostanza amorfa. Il minerale fu polverizzato nel modo già indicato nella mia precedente Memoria.

Una determinazione di silice dette 34,84 %, l'acqua totale ammontava a 22,56 %.

(1) *Ueber die Dampfspannung von krystallisierten Hydraten, deren Dampfspannung sich kontinuerlich mit der Zusammensetzung ändert.* Zeitsch. phys. Chemie, 1898, XXVII, 323.

(2) *Beiträge zur Kenntnis wasserhaltiger Mineralien.* Habilitationsschrift, Tübingen, 1902.

(3) *Sur les propriétés des corps cristallisés, présentant la forme sphérolitique.* Compt. Rend., 1882, XCIV, 542.

Cominciai con lo studiare la perdita di peso su acido solforico al 90 °/₀ alla pressione ridotta di 6 cm. di mercurio. L'uscita dell'acqua avvenne nel modo seguente:

Dopo ore	Acqua emessa
1	4,57 °/₀
2	5,95
5	6,98
8	7,34
32	7,61

A questo punto la perdita di peso rimase sensibilmente stazionaria (fig. 1).

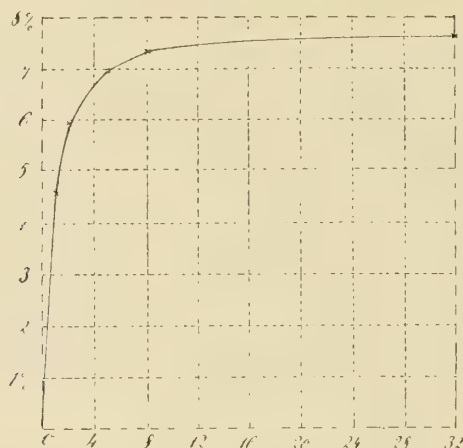



Fig. 1.

Tenuta in ambiente saturo di umidità, la nichelgimnite parzialmente disidratata nel vuoto riassorbe non solo l'acqua emessa, ma inoltre anche quasi il 4 °/₀ del peso primitivo, come risulta dalla tabella seguente:

dopo ore	la perdita si riduce a	acqua assorbita
1	5,42 °/₀	2,19 °/₀
2	3,52	4,09
	si ha un aumento del peso primitivo di	
6	1,14	8,75
9	2,06	9,67
23	3,01	10,62
71	3,46	11,07
143	3,55	11,16
311	3,52	11,13
528	3,91	11,52
1128	3,96	11,57
3216	3,93	11,54

Da questi numeri e dalla fig. 2 emerge che nelle prime ore l'assorbimento dell'acqua avviene con grande velocità, che poi rapidamente diminuisce. Dalla fig. 2 si vede inoltre chiaramente, che per un certo tempo l'assorbimento diventa piccolissimo, poi riaumenta sensibilmente, per poi di nuovo restare pressochè stazionario. Questo interessante fenomeno si constatò anche nel riassorbimento dell'acqua da parte della nichelgimnite disidratata per l'azione del calore, e se ne parlerà più diffusamente in seguito.

Una seconda serie di esperienze fu eseguita riscaldando la nichelgimnite in corrente di aria umida nel modo descritto nella mia precedente Memoria. Per le temperature superiori a 100° il riscaldamento fu prolungato per cinque ore: per quelle

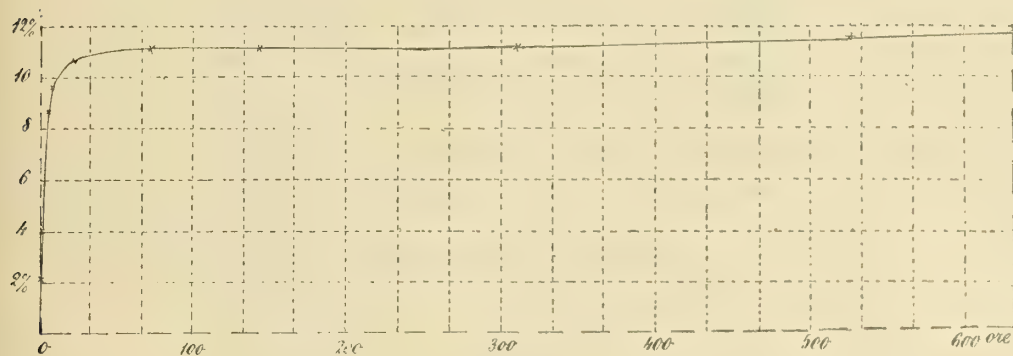



Fig. 2.

inferiori (69-70°) furono necessarie circa sette ore per raggiungere l'equilibrio. I risultati ottenuti sono riuniti nella seguente tabella [1]:

T	Acqua emessa
69-70°	5,98 %
108-110	7,24
146	7,79
238	8,62
291	9,08
367	9,85
420-425	10,60
480	11,98

Con questi dati si è costruita la curva della fig. 3, che è continua e regolarissima.

Interessante è il progressivo cambiamento di colore che si osserva man mano che si innalza la temperatura. Fino a 108-110° non si nota il minimo cambiamento nella polvere riscaldata, ma già a 146° si ha, però, una variazione, benchè debolissima, del colore, che diventa alquanto più grigiastro che nel minerale primitivo. Da

[1] Ogni determinazione fu eseguita su una porzione diversa di sostanza.

questo punto in poi si hanno modificazioni progressive sempre più profonde. A 238° il colore diventa verde sporco, a 291° è grigio verde, a 367° grigio verdastro sporco, piuttosto cupo, a 420-425° grigio acciaio chiaro, a 480° grigio nerastro.

La nichelgimnite parzialmente disidratata fino alla temperatura di 480°, alla quale io ho spinto le mie esperienze, è in grado di riassorbire una notevole quantità di acqua, qualora venga mantenuta in un ambiente saturo di umidità. Le esperienze di riassorbimento dell'acqua furono eseguite come nelle zeoliti.

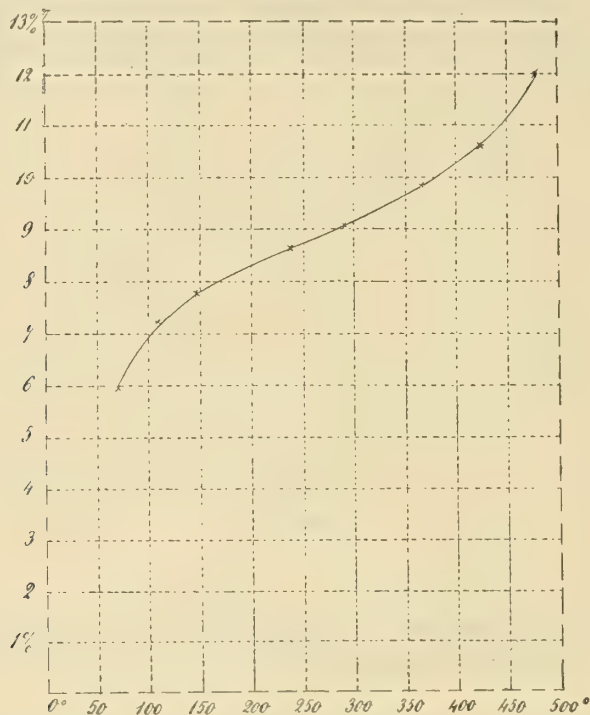



Fig. 3.

Per la nichelgimnite riscaldata fino a 146° mi sono limitato a stabilire che cosa accadeva della perdita di peso dopo quindici ore di esposizione all'aria umida: si ha sempre, dopo questo tempo, un aumento del peso primitivo, e precisamente di:

2,59 %	nella nichelgimnite riscaldata a	69-70°
2,56	" "	108-110
2,41	" "	146

Se il riscaldamento è avvenuto a 238°, il riassorbimento dell'acqua procede nel modo seguente:

Dopo ore	Aumento del peso primitivo
15	1,70 %
40	2,14
88	2,11
232	2,17
568	2,62
736	2,71
1172	2,76
1509	2,88

Nelle prime ore di esposizione all'aria umida si osserva che il colore varia un po', e precisamente si avvicina a quello della nichelgimnite naturale, ma dopo un centinaio di ore non subisce ulteriori modificazioni ed anche alla fine dell'esperienza, cioè dopo oltre 1500 ore, resta nettamente diverso dal colore della polvere primitiva.

Se la temperatura è salita a 291°, la ripresa dell'acqua procede come risulta dalla seguente tabella:

Dopo ore	Aumento del peso primitivo
15	1,03 %
87	1,26
280	1,55
616	1,96
784	2,09
1221	2,11
2662	2,09

Tanto in questo caso che nei seguenti non si nota alcun cambiamento del colore prodottosi in seguito al riscaldamento, nonostante l'assorbimento di una quantità di acqua maggiore di quella svolta.

Per la nichelgimnite riscaldata a 367° si ha che:

Dopo ore	la perdita di peso è
15	0,09 %
136	0,08
328	+ 0,50 (1)
664	+ 0,86
832	+ 0,83
1269	+ 0,91

Se la temperatura ha raggiunto i 420-425°, sembra che l'acqua emessa non venga più riacquistata completamente:

Dopo ore	la perdita di peso è
15	1,25 %
112	0,30
400	0,19
856	0,30
1168	0,27
1816	0,24

Nella nichelgimnite riscaldata a 480° si osservò che

dopo ore	la perdita di peso è
15	2,49 %
327	1,31
975	1,25

La quantità di acqua emessa ad una determinata temperatura dipende dalla

(1) Il segno positivo indica, naturalmente, un aumento del peso primitivo.

tensione di vapore dell'ambiente nel quale avviene la disidradatazione, che però alle temperature un po' elevate esercita una influenza poco considerevole.

Così a 238° in aria umida abbiamo visto che la perdita di peso è di 8,62 %, alla stessa temperatura in corrente di aria un po' disseccata è 8,89 %. A questa differenza, benchè assai piccola, nella quantità di acqua svolta, se ne aggiunge un'altra assai notevole per quel che riguarda il colore. La nichelgimnite riscaldata in aria secca prende, infatti, un colore verde sporco più cupo di quello della nichelgimnite tenuta in corrente di aria umida alla stessa temperatura di 238°. In seguito all'assorbimento dell'acqua il colore della prima si avvicina un po' a quello di quest'ultima, ma ne resta, però, sempre diverso.

Anche la ripresa dell'acqua è, nei due casi, differente, come risulta dal confronto dei numeri seguenti, che si riferiscono al minerale scaldato in corrente di aria un po' disseccata, con quelli già dati per la nichelgimnite riscaldata a 238° in aria umida.

Dopo ore	l'aumento di peso è
16	1,53 %
64	1,92
209	1,79
545	2,04
713	1,92
1150	2,09
1487	2,10
2590	2,00

A temperature più basse l'influenza della tensione di vapore dell'ambiente sulla quantità di acqua svolta è più notevole: così, per esempio, a 154°, in corrente di aria parzialmente disseccata, si ha una perdita di peso di 8,50 %, mentre in aria umida a 146° non è che di 7,79 % (1).

Osservando l'andamento della ripresa dell'acqua, si nota come spesso la velocità di riassorbimento, assai notevole nelle prime ore, diminuisca poi rapidamente e subisca in seguito una serie di leggeri aumenti alternati con periodi di riassorbimento piccolissimo, precisamente come accade nella ripresa dell'acqua da parte della nichelgimnite parzialmente disidratata a pressione ridotta su acido solforico. Lo stesso fenomeno avevo notato già nella heulandite, nella quale è evidentissimo, come risulta dalla semplice ispezione delle tabelle del mio precedente lavoro, ma, trattandosi allora di un fatto isolato, non mi era sembrato prudente il farne particolare menzione. Il fenomeno è certamente notevole, ma non mi arrischio davvero a tentarne una spiegazione generale.

Qualche cosa di analogo è stato notato recentemente da H. Ley e G. Wiegner (2) nella preparazione degli ammoniacati del glicocollato di rame, nella quale accade che sul principio l'assorbimento dell'ammoniaca avviene con velocità piccolissima, che poi, ad un certo punto, aumenta fortemente.

(1) Dalla fig. 3 si calcolerebbe per la temperatura di 154° 7,89 per cento.

(2) *Ueber metastabile Zustände bei Reaktionen zwischen gasförmigen und festen Stoffen.* Zeitsch. f. Elektrochemie, 1905, XI, 585.

Queste osservazioni e le spiegazioni probabili che di essa dànno il Ley ed il Wiegner non si prestano neppure ad un tentativo di applicazione al nostro caso speciale, poichè l'assorbimento dell'ammoniaca studiato da questi autori e quello dell'acqua da parte delle zeoliti sono fenomeni ben diversi, come è dimostrato, a prescindere da ogni altra consideràzione, semplicemente dal fatto che nel primo caso l'assorbimento dell'ammoniaca procede d'accordo con la legge delle proporzioni definite, al contrario di ciò che accade nella ripresa dell'acqua da parte della nichelgimnite e della heulandite.

A proposito dell'aumento della velocità di ripresa dell'acqua dopo periodi anche lunghi di riassorbimento piccolissimo, constatato nella heulandite e nella nichelgimnite, credo opportuno ricordare un interessante fatto scoperto recentemente dal Bruni ([1]). Questo chimico ha trovato che una serie di successive fusioni e cristallizzazioni diminuisce la velocità di cristallizzazione del m-cloronitrobenzolo: or bene, lasciando questo corpo per un tempo abbastanza lungo in riposo, si osserva una ripresa parziale della velocità di cristallizzazione.

***

Dal comportamento della nichelgimnite finora descritto risulta chiaramente come questo minerale non possa certamente essere collocato tra gli « idrati ». Non soltanto, infatti, la curva di disidratazione è continua e la quantità di acqua emessa ad una determinata temperatura dipende dalla concentrazione della fase gassosa, ma se noi confrontiamo la disidratazione della nichelgimnite con quella di alcuni idrati tipici, come $BaCl_2 . 2H_2O$, $AlCl_3 . 6H_2O$, $MgCl_2 . 6H_2O$, $TlCl_3 . 4H_2O$, ed i corrispondenti bromuri, studiati recentemente, appunto in base alle perdite di peso subite mediante il riscaldamento nell'aria o in atmosfera di acido cloridrico o bromidrico da F. A. Gooch e F. M. Mc Clenahan e da J. Lehn Kreider ([2]), facilmente vediamo come nei due casi essa proceda in modo del tutto diverso. Le curve di disidratazione degli idrati tipici ricordati, sono, infatti, costituite da linee spezzate, mentre nella nichelgimnite si ha una curva continua e regolarissima. Si potrebbe obbiettare che, poichè la variazione di colore, indice di una modificazione di struttura, avviene soltanto ad una certa temperatura, quando è uscita una data quantità di acqua, si ha un'analogia con quei cloruri e bromuri studiati dai suddetti autori nei quali, quando la perdita di acqua supera un certo limite, comincia ad eliminarsi contemporaneamente anche il cloro od il bromo. Ma l'analogia non è che superficiale: nei composti di cui si parla questo fatto è indicato da un cambiamento deciso del percorso della curva di disidratazione e corrisponde all'uscita di un numero intiero di molecole d'acqua. Nulla di ciò si ha nella nichelgimnite.

([1]) *Sulle relazioni fra le proprietà dei varî corpi come solventi crioscopici e le loro costanti di cristallizzazione.* Rendiconti R. Acc. dei Lincei, 1903, (5ª), XII, 2. sem., 127.

([2]) F. A. Gooch und F. M. Mc Clenahan, *Das Verhalten typischer wasserhaltiger Chloride beim Erhitzen in Chorwasserstoffsäure.* Zeitsch. f. anorg. Chemie, 1904, XL, 24; F. M. Mc. Clenahan, *Die Constitution des wasserhaltigen Thallichlorids.* Ibidem, 1904, XLII, 100; J. Lehn Kreider, *Das Verhalten der typischen wasserhaltigen Bromide beim Erhitzen in Bromwasserstoff.* Ibidem, 1905, XLVI, 350.

Questo minerale presenta una variazione continua, almeno nei limiti delle esperienze eseguite, delle sue proprietà. Ciò avviene sia se guardiamo le progressive modificazioni del colore, sia se rivolgiamo la nostra attenzione al riassorbimento dell'acqua da parte del minerale disidratato. Se noi costruiamo, infatti, una curva che ci rappresenti le differenze dal peso primitivo dopo 15 ore di esposizione all'aria umida, in funzione della temperatura alla quale è avvenuto il riscaldamento (fig. 4), si scorge come essa sia continua e regolarissima. Anche il tempo necessario per raggiungere l'equilibrio nel riassorbimento, varia con continuità in funzione dell'acqua emessa. Per tutte queste ragioni mi sembra che la nichelgimnite rientri, come vuole il Tammann per le sostanze amorfe, perfettamente nella categoria delle soluzioni solide.

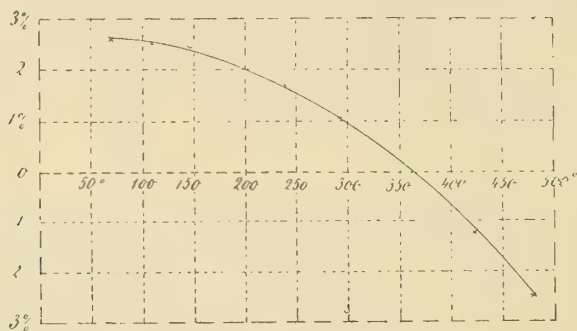



Fig. 4.

Se noi paragoniamo il comportamento della nichelgimnite con quello delle zeoliti quale risulta dal mio precedente lavoro, vediamo come ad analogie indiscutibili vanno unite differenze sostanziali. La somiglianza è perfetta per quel che riguarda la continuità della curva di disidratazione (benchè, per altro, nella heulandite si abbia un flesso assai pronunciato), la possibilità di riprendere l'acqua emessa, ecc. Ma nella ripresa di quest'acqua si ha una differenza che mi sembra essenziale. Come ho insistito nella mia precedente Memoria, tanto nella heulandite che nella thomsonite il riscaldamento al disopra di una certa temperatura determina una variazione brusca nella velocità e nella capacità di riassorbimento. Ciò risulta in modo chiaro dalla fig. 5, nella quale la curva I rappresenta la differenza dal peso primitivo dopo 15 ore d'esposizione all'aria umida per la heulandite riscaldata a diverse temperature, la curva II ci dà gli stessi risultati per la thomsonite. Il semplice confronto delle figure 4 e 5 dimostra come profonda sia la diversità di comportamento tra nichelgimnite e zeoliti: nell'una si ha una variazione continua delle proprietà assorbenti, nelle altre, invece, rapida. Non solo, ma mentre nella nichelgimnite la variazione delle proprietá assorbenti è una funzione dell'acqua emessa, nella heulandite e nella thomsonite dipende anche ed in modo importante dalla temperatura alla quale è avvenuta la disidratazione, come risulta dal mio primo lavoro.

Un'obbiezione si poteva sollevare contro questi fatti, ed è che io non tenevo conto, tra le zeoliti, che di due nelle quali la facoltà di riassorbire l'acqua emessa

diminuisce rapidamente al disopra di una certa temperatura e si annulla, con tutta probabilità, non solo prima della fusione, ma anche prima della disidratazione completa. Era quindi possibile che quelle altre zeoliti, che, secondo gli studî del Friedel, anche completamente disidratate riassorbono l'acqua svolta, si comportassero diversamente. Ho creduto, perciò, opportuno eseguire alcune poche esperienze sulla natrolite, già studiata accuratamente dal Friedel [1], il quale ha trovato che i cristalli di Salesl, disidratati completamente, riassorbono con grande rapidità non solo tutta l'acqua perduta, ma anche una quantità notevolmente superiore. Anch'io ho sperimentato sui cristalli di Salesl, che furono polverizzati nel solito modo. Il riscaldamento fu eseguito in corrente di aria umida.

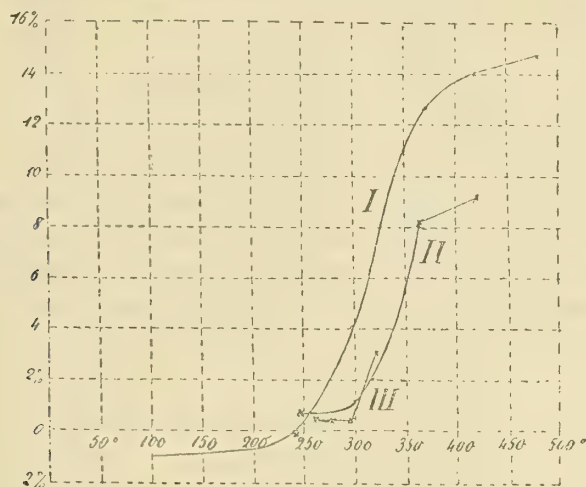



Fig. 5.

T	Acqua emessa
264°	0,46 %
278	0,81
297	1,57
324	9,41

Resta, così, confermato il fatto importante trovato da Friedel, che, cioè, quasi tutta l'acqua si svolge in un intervallo assai piccolo di temperatura. La forma della curva che si otterrebbe dai miei dati, combina abbastanza con quella pubblicata da Friedel. Secondo questo mineralista la maggior parte dell'acqua sfuggirebbe tra 275° e 285°, secondo me, invece, tra 300° e 324°: la differenza dipende, probabilmente, dalla diversa tensione, nei due casi, del vapor d'acqua dell'ambiente nel quale si è eseguita la disidratazione.

[1] *Nouveaux essais sur les Zéolites.* Bulletin de la Soc. franç. de minér. Livraison de juin 1899.

È certo che il comportamento della natrolite è assai notevole, e può ben far sorgere il dubbio, che ebbe, del resto, anche il Friedel, che in questo minerale non si trovi la sua « acqua zeolitica ».

Checchè ne sia di ciò, la natrolite riscaldata alle suddette temperature, dopo 15 ore di esposizione all'aria satura di umidità presentò sempre un aumento del peso primitivo, e precisamente di

0,49 %	nella natrolite scaldata a	264°
0,53	" " "	278
0,55	" " "	297
3,02	" " "	324 .

Con questi dati si è costruita la curva III nella fig. 5, dalla quale evidente risulta che la forma di questa curva è identica (è ancor più brusca la variazione nelle proprietà assorbenti) a quelle della heulandite e della thomsonite, benchè la natrolite nella disidratazione e nel successivo riassorbimento dell'acqua si comporti in modo ben diverso da quello delle altre zeoliti che avevo studiato.

Da tutto quanto si è detto mi sembra non azzardato dedurre che se la nichelgimnite si può considerare come una soluzione solida, difficilmente è possibile fare altrettanto con le zeoliti ([1]).

II.

Dalle esperienze eseguite sulla nichelgimnite è risultato che questo minerale, a partire da una certa temperatura, subisce una modificazione progressiva permanente, ma ciò non ostante è in grado di assorbire non solo l'acqua emessa per l'azione del calore, ma una quantità anche maggiore, se la temperatura non ha oltrepassato un certo limite.

È evidente, perciò, che il fatto che una sostanza disidratata ha ripreso il peso iniziale non significa che la sostanza stessa sia ritornata nelle condizioni primitive. Nel caso della nichelgimnite, ciò è facile a stabilire, poichè il colore resta variato in modo duraturo, ad onta del seguito riassorbimento dell'acqua svolta, ma nelle sostanze la cui polvere è bianca, questo semplice carattere manca, e di solito si è ritenuto, per quel che riguarda le zeoliti, che il riassorbimento completo dell'acqua emessa significa ritorno allo stato primitivo.

Nè è da credere che il caso della nichelgimnite sia isolato: per dare un'idea della fallacia del semplice criterio della ripresa del peso per giudicare del ritorno o meno alle condizioni iniziali, ricorderò qui alcune esperienze che io ho eseguito su una crisocolla impura di Keswik, Cumberland, contenente circa il 50 % di malachite. Questa sostanza riscaldata a 120° in corrente di aria umida non subiva alcuna variazione di colore, a 185° era già verde-brunastra, e diventava di colore marrone sempre

([1]) È inutile avvertire che se la nichelgimnite venisse riconosciuta per un minerale cristallizzato anzichè amorfo, questa conclusione non sarebbe in nulla cambiata.

più cupo man mano che la temperatura si innalzava. Non ostante il cambiamento stabile di colore, pure, mediante 15 ore di esposizione all'aria umida, veniva assorbita non solo l'acqua emessa, ma il 3,63 % di più del peso iniziale se il riscaldamento era avvenuto a 185°, ed il 3,42 % in più se la temperatura era salita a 235°. Ma v'ha dell'altro: la polvere tenuta a 273° non contiene più traccia di CO_2; ebbene, benchè la molecola della malachite sia completamente distrutta, pure si ha un riassorbimento fortissimo: (acqua svolta 15,04 %)

Dopo ore	15	la perdita di acqua è ridotta a	2,26 %
"	40	si ha un aumento del peso primitivo del	4,24
"	88	" "	6,45
"	135	" "	6,50
"	376	" "	7,11

Per quel che riguarda le zeoliti è noto, in seguito ai miei precedenti studî, che una serie di successive disidratazioni parziali, ovvero il prolungato riscaldamento, producono delle modificazioni nelle proprietà assorbenti, purchè si sia operato al disopra di una certa termperatura. Friedel [1], dal canto suo, ha osservato che la natrolite disidratata *completamente* ed abbandonata, poi, all'aria umida alla temperatura ordinaria, riassorbe rapidamente l'acqua perduta ed il 3 % in più del peso primitivo, e la curva di disidratazione del minerale che ha riassorbito l'acqua è diversa da quella del minerale naturale. « Il minerale non torna dunque nelle condizioni iniziali », dice esplicitamente il Friedel. L'interpretazione che dà il Friedel di questo fenomeno mi sembra alquanto singolare: egli ritiene, infatti, che la modificazione non sia stata prodotta dall'azione del calore e dalla eliminazione dell'acqua, ma unicamente *par la rentrée de l'eau à froid.* Io credo che questo modo di vedere debba essere considerato come inverosimile: se nel minerale, infatti, che ha riassorbito l'acqua eliminata questa non ha le stesse proprietà di quella contenuta nel minerale naturale, ciò vuol dire, a mio avviso, che nella disidratazione per azione del calore ed a causa di essa, si è prodotta una qualche modificazione nella natrolite, la quale fa sì che l'acqua assorbita sia legata diversamente di quel che accade nel minerale naturale. E che la mia interpretazione sia più verosimile di quella di Friedel risulta dalle esperienze che io ho eseguito sulla heulandite e descritte nella mia precedente Memoria, e dalle quali apparisce all'evidenza che almeno tre sono i fattori che influiscono sulle proprietà assorbenti della heulandite, e cioè: la temperatura alla quale si è operato, la quantità di acqua svolta e la durata del riscaldamento.

Non si conosce nulla, almeno che io sappia, sulle condizioni nelle quali si trova l'acqua riassorbita da una zeolite alla quale è stata tolta solo *una parte* dell'acqua totale. Ora ciò che avviene nella nichelgimnite e nella miscela di crisocolla e malachite di Keswik fa sorgere il dubbio che anche le zeoliti parzialmente disidratate, ad onta del seguìto riassorbimento dell'acqua svolta, possano non tornare nelle condizioni primitive.

[1] *Nouveaux essais sur les zéolites.* Bull. Soc. franç. de minér. Livraison de juin 1899.

Una tale indagine aveva importanza non soltanto in sè stessa, ma anche perchè permetteva di discutere l'applicabilità alla costituzione delle zeoliti dei risultati delle esperienze eseguite da E. Sommerfeldt [1], il quale si è proposto di risolvere il problema se le zeoliti sieno da considerarsi come soluzioni solide o come composti di assorbimento. Egli ha ritenuto come mezzo assai adatto lo studio della tonalità termica corrispondente alla ripresa dell'acqua da parte di una zeolite parzialmente disidratata. Sperimentando sull'analcime, il Sommerfeldt ha trovato direttamente per la tonalità termica U, corrispondente all'assorbimento di una molecola di acqua, 1622 calorie, mentre si calcola per essa, da una formula stabilita da lui stesso in base alla legge di Henry ed al secondo teorema della termodinamica, $U = 8530$. In base a questo risultato il Sommerfeldt ha concluso che le zeoliti non sono soluzioni solide di acqua nel silicato, ma che, invece, sono da considerarsi come composti di assorbimento.

Ora è evidente che se l'acqua riassorbita dalle zeoliti si trova in condizioni diverse da quella primitiva, resta senz'altro dimostrato che, dagli effetti termici dipendenti dalla ripresa dell'acqua da parte delle zeoliti disidratate, non si può trarre alcuna deduzione sulla natura di questi minerali.

Tutto ciò, s'intende, a prescindere da ogni considerazione sia sull'applicabilità generale della formula di Sommerfeldt, sia sul valore effettivo dei risultati ottenuti da questo studioso. Per quanto a malincuore, non posso tuttavia esimermi dall'osservare che il Sommerfeldt non ha tenuto il minimo conto, non ha fatto il più piccolo accenno a fenomeni ben conosciuti quando egli ha intrapreso le sue ricerche, che possono influenzare in modo considerevole l'effetto termico misurato, specialmente se si pensa che la variazione termometrica osservata non è che di 0,07-0,08°. Io mi limiterò a citarne due. Vi sono delle zeoliti che parzialmente o completamente disidratate assorbono una quantità di acqua maggiore di quella emessa: quasi tutte le zeoliti, tenute in ambiente umido, assorbono dell'acqua; è quindi possibile che, sperimentando nelle condizioni del Sommerfeldt, l'effetto termico osservato non corrisponda all'assorbimento della quantità di acqua svolta, ma ad una quantità maggiore, difficilmente precisabile. Inoltre è noto da moltissimo tempo che le zeoliti sono intaccate dall'acqua, e che alcune, come la natrolite [2], lo sono più fortemente se disidratate, che allo stato naturale: l'effetto termico di quest'azione dell'acqua non può trascurarsi, quando si tratta di variazioni termometriche così piccole come quelle di cui parla il Sommerfeldt. Queste obbiezioni di carattere generale hanno, senza dubbio, solo un'influenza piccola sul risultato, ma ve n' è un'altra che dimostra come le esperienze di Sommerfeldt sull'analcime riposino su un errore fondamentale. Gli studî di Damour [3] e di Friedel [4], questi ultimi citati anche dal Sommerfeldt, hanno stabilito in modo indiscutibile che l'analcime parzialmente disidratato alla temperatura ordinaria non può

(1) *Beiträge zur Kenntnis wasserhaltiger Mineralien.* Habilitationsschrift, Tübingen, 1902.

(2) A. Damour, *Recherches sur la composition des eaux silicifères de l'Islande.* Annales de Chim. et Phys. (3), XIX, 470.

(3) *Recherches sur les propriétés hygroscopiques des minéraux de la famille des zéolites.* Ann. de Chim. et Phys. 1858 (3), LIII, 438.

(4) *Nouveaux essais sur les zéolites.* Bull. Soc. franç. de minér. 1896, XIX, n. 8.

riassorbire l'acqua emessa, ma che ciò è possibile, secondo il Friedel, solo a temperature superiori a 100°. Il Sommerfeldt, invece, si è persuaso che l'analcime parzialmente disidratato immerso nell'acqua alla temperatura ordinaria riprende l'acqua perduta « relativ schnell » semplicemente perchè la variazione del termometro del calorimetro, dopo tre minuti al massimo, prende un andamento uniforme. Le esperienze di Damour e Friedel da un lato, e l'effetto termico tanto piccolo osservato dal Sommerfeldt dall'altro, mi hanno fatto sorgere il dubbio che, nelle condizioni nelle quali ha operato il Sommerfeldt, l'analcime *non riassorba* l'acqua svolta. E l'esperienza ha dimostrato quanto questo dubbio fosse fondato. Gr. 1,4805 di analcime delle isole dei Ciclopi, ridotti in polvere come le altre zeoliti studiate, furono disidratati a 280° in corrente di aria umida. La perdita di peso fu 3,27 %, la quantità di acqua rimasta era 5,43 %, poichè la totale ammontava a 8,70 %. La polvere così parzialmente disidratata si mise in 100 centimetri cubici di acqua distillata, si agitò e dopo tre minuti si cominciò a filtrare. La filtrazione durò un'ora, per cui l'analcime rimase in contatto dell'acqua per un tempo molto superiore ai tre minuti, che, secondo Sommerfeldt, sarebbero sufficienti per la ripresa dell'acqua.

L'analcime raccolto sul filtro fu lasciato seccare all'aria: gr. 1,0244 di analcime secco all'aria, calcinati con una lampada Teclu, subirono una perdita di peso di 5,53 %, dimodochè si può affermare che nonostante la permanenza nell'acqua non avevano riassorbito nulla.

Il piccolo effetto termico osservato dal Sommerfeldt non dipende, dunque, dalla ripresa dell'acqua, ma da piccoli effetti secondari o da errori di esperienza (1).

Tornando alle condizioni dell'acqua riassorbita in confronto di quelle nelle quali l'acqua si trova nel minerale naturale, io ho cercato di stabilire non soltanto l'esistenza di una differenza, ma anche la natura del cambiamento avvenuto. Ricorsi a due metodi: al confronto, cioè, nei due casi della tensione di vapore e della disidratazione nel vuoto parziale su acido solforico. Questi metodi, e specialmente il primo, sono molto sensibili, e mi sembra che non si prestino ad obbiezioni.

Per determinare la tensione di vapore ho adoperato lo stesso metodo proposto dal van Bemmelen (2) ed usato anche dal Tammann (3). Ho, cioè, posti in un vaso chiuso che conteneva acido solforico di una determinata concentrazione, due crogioli uguali, contenenti l'uno la zeolite che aveva riassorbito l'acqua emessa, e l'altro una quantità uguale dello stesso minerale naturale (4).

Dopo alcuni tentativi, ho potuto stabilire che l'acido solforico al 43 % ha una

(1) A questo proposito noterò come il mantenere la zeolite in un crogiolo dentro un'essiccatore nella camera nella quale si trova il calorimetro, e una volta acquistata la temperatura ambiente, toglierla dall'essiccatore e gettarla nel calorimetro, non costituisca davvero un metodo esatto e raccomandabile, specialmente quando si debbono misurare così tenui variazioni di temperatura.

(2) *Die Absorption. Das Wasser in den Kolloïden, besonders in dem Gel der Kieselsäure.* Zeitsch. f. anorg. Chemie, 1897, XIII, 233.

(3) *Ueber die Dampfspannung von krystallisierten Hydraten u. s. w.* Zeitsch. phys. Chemie 1898, XXVII, 233.

(4) La temperatura della camera nella quale furono eseguite tutte queste esperienze era 18°, e si manteneva molto costante.

tensione di vapore che si può considerare come uguale a quella della heulandite naturale.

gr. 1,9755 di heulandite furono scaldati per tre ore a 242° in corrente d'aria umida: la perdita di peso osservata ammontò a 8,46 %. Dopo 14 ore di esposizione all'aria umida si riebbe esattamente il peso primitivo. Si mise allora sull'acido solforico al 43 % insieme a gr. 1,9756 di heulandite naturale: si osservarono le seguenti variazioni di peso:

	I (¹)		II	
dopo 6 ore	1,9758	+ 0,01 %	1,9676	— 0,40 %
" 24 "	1,9761	+ 0,02	1,9676	— 0,40

gr. 1,7327 di heulandite tenuti per tre ore a 242° in corrente di aria un po' disseccata subirono una diminuzione di peso di 10,06 %. Dopo ripreso il peso iniziale si posero sull'acido solforico suddetto insieme a gr. 1,7326 di heulandite naturale:

	I		II	
dopo 6 ore	1,7326	0,00 %	1,7225	— 0,59 %
" 29 "	1,7332	+ 0,04	1,7215	— 0,65

gr. 2,0998 di heulandite che avevano perduto 12,34 % di peso a 297-298° in corrente di aria umida, si comportarono, dopo ripreso il peso primitivo, il che accadde dopo 21 giorni di esposizione all'aria satura di umidità, nel modo seguente, in confronto a gr. 2,0999 di heulandite naturale:

	I		II	
dopo 6 ore	2,1001	+ 0,01 %	2,0605	— 1,88 %
" 24 "	2,0994	— 0,02	2,0576	— 2,01
" 47 "	2,0994	— 0,02	2,0575	— 2,01

Queste tre serie di esperienze danno tutte lo stesso risultato, ed è che la heulandite che ha subito una disidratazione parziale ed ha riassorbito l'acqua svolta, ha una tensione di vapore maggiore di quella naturale. In altri termini, l'acqua riassorbita è legata più debolmente di quel che lo fosse originariamente. I numeri surriferiti confermano anche quanto io ho affermato nel mio precedente lavoro, che non è, cioè, soltanto l'uscita di una certa quantità di acqua che modifica le proprietà della heulandite, ma bensì anche l'azione della temperatura. Ed infatti, se soltanto l'avvenuta disidratazione più o meno inoltrata dovesse stabilire il legame dell'acqua riassorbita, si dovrebbe poter calcolare, dall'effetto delle due disidratazioni parziali a 242° in corrente di aria umida e di aria un po' disseccata, la perdita di peso sull'acido solforico al 43 % per la heulandite riscaldata a 297-298°. Ora l'esperienza dà una diminuzione di peso uguale al doppio di quella calcolata (1,01 %) (²).

Che l'acqua assorbita dalla heulandite parzialmente disidratata si possa togliere

(¹) In questa e nelle successive esperienze si indica con I la heulandite naturale, con II quella che ha riassorbito l'acqua emessa.

(²) Gli stessi risultati si sono ottenuti da esperienze analoghe istituite sulla thomsonite.

più facilmente che nel minerale naturale, risulta anche da esperienze che ho eseguito sulla velocità di disidratazione nel vuoto su acido solforico.

gr. 1,4852 di heulandite si scaldarono per tre ore a 244° in corrente d'aria umida (acqua emessa 8,63 %): dopo ripreso il peso primitivo si posero in un essiccatore contenente acido solforico all'80 %, nel quale si riduceva la pressione a circa 6 cm. di mercurio, insieme a gr. 1,4850 di heulandite naturale. La seguente tabella riferisce i risultati ottenuti, che sono riuniti nella fig. 6.

Dopo ore	perdita di peso	
	I [1]	II
1	0,94 %	1,45 %
2	1,28	1,85
5	2,00	2,41
24	2,93	3,36
48	3,31	3,79
72	3,62	4,01
96	3,73	4,12
120	3,89	4,33
144	3,97	4,38

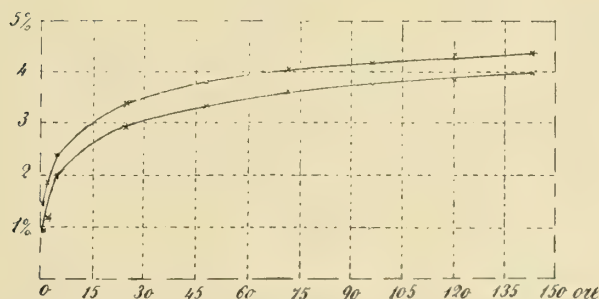



Fig. 6.

Ritenni inutile proseguire l'esperienza fino a raggiungere l'equilibrio. Dalla fig. 6 si vede come le due curve abbiano un uguale andamento, e come la differenza tra punti corrispondenti delle due curve si possa ritenere costante.

gr. 1,3859 di heulandite si tennero per tre ore a 279° in corrente di aria umida (acqua svolta 11,43 %). Dopo ripreso il peso primitivo, si misero nell'essiccatore insieme a gr. 1,3859 di heulandite naturale e si studiò l'uscita dell'acqua nelle stesse condizioni della esperienza precedente.

[1] Questi numeri sono considerevolmente diversi da quelli riferiti nell'altro mio lavoro per la heulandite naturale: la differenza dipende dal fatto che l'acido solforico allora adoperato era molto più concentrato (95 % circa), e che la pompa che avevo a mia disposizione permetteva di avvicinarci molto di più al vuoto.

Dopo ore	perdita di peso I	II
1	0,98 %	2,27 %
2	1,35	2,78
5	1,88	3,42
23	2,89	4,46
47	3,43	4,98
71	3,65	5,18
119	3,93	5,48
166	4,18	5,73

Con questi risultati si sono costruite le curve della fig. 7. Sembra che nelle prime cinque ore la differenza fra punti corrispondenti delle due curve vada aumentando e che in seguito diventi costante.

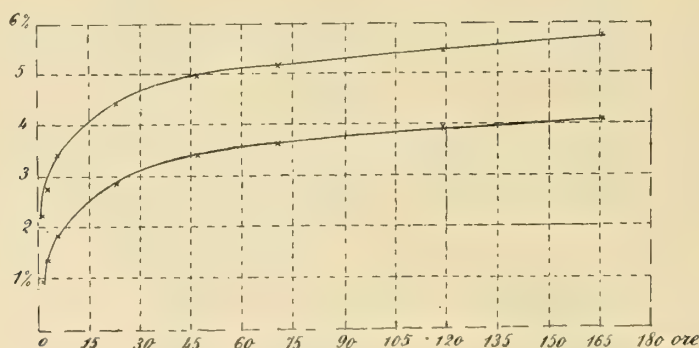



Fig. 7.

Del resto, che l'acqua riassorbita dalle zeoliti parzialmente disidratate non abbia niente a che vedere con quella primitiva, risulta anche dalle seguenti osservazioni fatte sulla heulandite riscaldata a 369° in corrente di aria umida e sull'altra tenuta a 375° in aria secca. In ambedue i casi, come risulta dalla prima Memoria, la ripresa dell'acqua ha luogo con grande lentezza: gli ultimi dati pubblicati corrispondevano sensibilmente all'equilibrio, come risulta dalle pesate seguenti eseguite posteriormente:

Heulandite riscaldata a 369° a. u.		Heulandite riscaldata a 375° a. s.	
dopo ore	la perdita è ridotta a	dopo ore	la perdita è ridotta a
6992 (¹) . .	6,06 %	7040 (¹)	7,77 %
9369 . . .	5,90	9417	7,66
10400 . . .	5,84	10448	7,75
11223 . . .	5,84	11271	7,70
11697 . . .	5,84	11745	7,70

(¹) Ultimo dato riportato nel mio precedente lavoro.

Si ha, dunque, una perdita, che mi sembra possa venir considerata come definitiva, poichè non ha subito variazioni per parecchi mesi, e che nel primo caso è pressochè uguale, nel secondo, invece, considerevolmente superiore, alla perdita definitiva di peso che si ha nel vuoto su acido solforico (6,08 %). Se l'acqua riassorbita fosse nelle condizioni della originaria, è evidente che tenendo le due heulanditi in questione su acido solforico a pressione ridotta, non si dovrebbe avere nessuna eliminazione di acqua. L'esperienza ha dato, invece, un risultato perfettamente contrario.

	acqua emessa	
dopo ore [1]	Heulandite riscaldata a 369°	Heulandite riscaldata a 375°
4	1,38 %	1,02 %
24	1,97	1,51
54	2,22	1,64
96	2,50	1,84
216	2,73	1,97
335	2,77	2,08
718	3,10	2,34
982	3,15	2,34

L'esperienza fu a questo punto abbandonata.

III.

Nei suoi geniali e profondi studî sugli idrogeli, il van Bemmelen si è occupato dell'azione del calore sulle proprietà assorbenti della silice amorfa. Dalle sue esperienze risulta che la disidratazione del gelo a 100° ne modifica poco o nulla il potere assorbente, un arroventamento moderato della durata di due soli minuti lo diminuisce considerevolmente, al rosso, infine, con una sufficiente durata, può essere del tutto annullato [2].

Per stabilire qualche eventuale analogia di comportamento tra idrogeli e zeoliti ho pensato di eseguire alcune esperienze su un idrogelo siliceo di 19 mesi di età, preparato da me stesso decomponendo con acido cloridrico concentrato una soluzione concentrata di silicato di potassio.

Non volendo toccare minimamente il campo delle ricerche del van Bemmelen, io mi sono limitato a pochissime esperienze eseguite esattamente come per le zeoliti. Riscaldata in corrente di aria umida, questa silice gelatinosa, che aveva la composizione [3] $SiO_2 \pm 0{,}5^7 H_2O$ [4], subì le seguenti perdite di peso:

[1] L'acido solforico adoperato era all'80 %, la pressione veniva ridotta a 10 cm. di mercurio

[2] Vedi sopratutto: *Die Absorption.* Dritte Abhandlung. Zeitsch. f. anorg. Chemie, 1898, XVIII, 122, e Siebente Abhandlung: *Die Einwirkung von höheren Temperaturen auf das Gewebe des Hydrogels der Kieselsäure.* Ibidem, 1902, XXX, 265.

[3] Trovato

	SiO_2 (per differenza)	85,36
	H_2O	14,64
		100,00

[4] Formula scritta secondo l'uso del van Bemmelen.

T	Acqua emessa
108-110°	9,98 %
242.	11,07
325.	11,28
377.	11,61
425.	11,87.

Tenendo l'idrogelo parzialmente disidratato per 15 ore sull'acqua, riacquistò sempre una quantità di acqua maggiore di quella svolta: l'aumento di peso è di

7,11 %	nell'idrogelo	riscaldato a	108°-110°
6,96	"	"	242
6,94	"	"	325
6,20	"	"	377
4,62	"	"	425

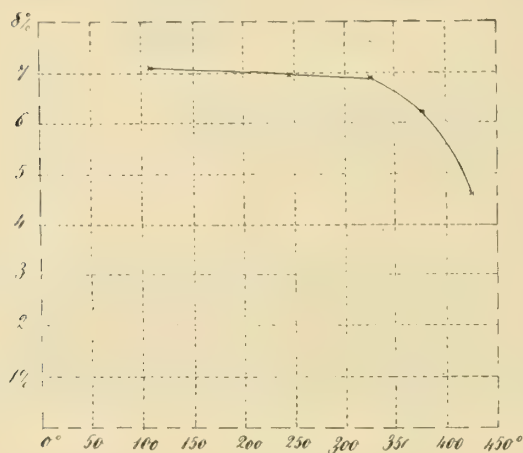



Fig. 8.

Questi dati sono riuniti nella fig. 8.

Per quanto le esperienze eseguite su questa silice gelatinosa sieno poche, pure mi sembra di poter affermare che dal confronto della curva di riassorbimento dell'acqua da parte dell'idrogelo, con quelle ottenute nella nichelgimnite (fig. 4) ed in tre zeoliti (fig. 5), risulta evidente la sua differenza fondamentale da quella della nichelgimnite e la sua analogia con quelle delle zeoliti. Tanto nella silice gelatinosa che nelle zeoliti si ha una variazione rapida delle proprietà assorbenti, le quali, sia nell'una che nelle altre, non dipendono soltanto dalla quantità di acqua emessa, ma anche dalla temperatura alla quale è avvenuto il riscaldamento [1]. Che ciò avvenga anche

[1] Anche la durata del riscaldamento influisce, ma non ho sufficienti esperienze per giudicare dell'importanza che essa ha, alle diverse temperature, sul riassorbimento dell'acqua da parte della silice gelatinosa.

nell'idrogelo studiato risulta assai chiaramente dai numeri surriferiti: mentre, infatti, la perdita di peso sia a 377° che a 425° è poco diversa, pure la velocità di riassorbimento è, nei due casi, molto differente.

Lo Tschermak [1] fece notare che la formula chimica delle zeoliti si può scindere in due parti, corrispondenti l'una alla composizione di un feldspato triclino o della nefelina, l'altra all'acido orto-o metasilicico. Un' idea in parte simile aveva espresso molto tempo prima Ch. Sainte Claire Deville, il quale aveva ritenuto, in base alle analisi allora conosciute, che quasi tutte le zeoliti corrispondessero, a prescindere da una quantità variabile d'acqua, ai diversi tipi di feldspato. Il Doelter [2] cercò di dare una base sperimentale alle vedute dello Tschermak, e, fondendo delle zeoliti, potè in molti casi ottenere dei plagioclasi o della nefelina. Più tardi [3], ha fatto notare che esse sono appoggiate anche dalle esperienze di Friedel [4], secondo le quali si potrebbe aumentare la quantità di silice contenuta in una zeolite, e dalle altre di Clarke e Steiger [5], che avrebbero dimostrato che una parte della silice è, nelle zeoliti, legata più debolmente del resto. Si può aggiungere che il Rinne [6] dallo studio, dell'azione dell'acido cloridrico sulle zeoliti si è convinto che con questo trattamento non si determina una distruzione completa, ma soltanto un rilassamento dell'edificio cristallino: alle stesse conclusioni è giunto recentemente il Cornu [7], che ritiene essere la struttura cristallina delle zeoliti determinata in primo luogo dalla posizione delle molecole silicee.

La costituzione micellare che io ho cercato, nel mio precedente lavoro, di rendere verosimile per le zeoliti, dà assai facilmente ragione della presenza in questi minerali di silice amorfa «libera», che si troverebbe assorbita nelle micelle: le esperienze sur riferite sul riassorbimento dell'acqua da parte di un idrogelo parzialmente disidratato per l'azione del calore confermano la possibilità della presenza di questa silice *libera* che, almeno per alcune zeoliti, potrebbe servire a spiegare il riassorbimento dell'acqua che presentano le zeoliti stesse disidratate. Cosicchè viene resa verosimile la supposizione del Doelter, che io però ritengo accettabile solo con uso assai prudente e limitato, che, cioè, la proprietà delle zeoliti di lasciar libero passaggio all'acqua, sia dovuta alla silice legata al nucleo feldspatico. È, però, secondo me indubbio che se questa silice «libera» veramente esiste non deve avere la composizione di un acido silicico definito, ma una composizione, invece, del tutto variabile. Non è nemmeno da tacere che in molte zeoliti le analisi non danno silice «libera», e che, in altre, soltanto forzando i risultati delle analisi si può avere la composizione di un plagioclasio più silice.

(1) Lehrbuch der Mineralogie. Dritte Auflage, S. 495.

(2) Neues Jahrbuch für Min.. Geol. u. s. w. 1890, I, 118.

(3) *Phisikalisch-chemische Mineralogie*, S. 179.

(4) *Sur les zéolites et la substitution de diverses substances à l'eau qu'elles contiennent.* Compt. rend. 1896, CXXII, 948.

(5) Amer. Journal, 1900.

(6) *Die Lockerung des Krystallgebäudes der Zeolithe unter dem Einflusse von Salzsäure.* Centralbl. f. Min. Geol. u. s. w. 1902, pag. 594.

(7) *Kontraktionsfiguren und regelmässige Kontraktionsrisse beim Behandeln von Zeolithen mit Säuren.* Tochermak's min. und petrog. Mittheil. 1905, XXXIV, 199.

IV.

Dalle analisi di Hess e sopratutto da quelle di Damour [1] restò stabilito che la formula del dioptasio è $CuSiO_3 . H_2O$: dall'esame di cristalli purissimi, giunsi anch'io [2] alla stessa conclusione.

Rammelsberg [3] si occupò della costituzione di questo minerale. Egli notò che la polvere verde fino a 350° non subisce la minima traccia di perdita di peso, ed anche a 400° subisce appena una modificazione sensibile, solo con l'arroventamento sopravviene l'uscita dell'acqua. La polvere disidratata, in atmosfera umida riprende soltanto un po' di acqua igroscopia che a 100° di nuovo si elimina. In base a questi risultati di Rammelsberg, universalmente accettati dai mineralisti, si ritiene che il dioptasio contiene l'acqua cosidetta basica, e se ne scrive la formola H_2CuSiO_4 o, (Tschermak), $(HOCu)HSiO_3$.

Non si è tenuto, però, nessun conto dei risultati completamente diversi di alcune esperienze eseguite da Lühr nel laboratorio del Kraut e da quest'ultimo pubblicate [4]. La nota di Kraut suona testualmente così « Zu Lührs'Analyse (in meinem Laboratorium ausgeführt) wurde der gepulverte Dioptas neben Vitriolöl getrocknet, das Mineral verlor dann bei 100° noch 0,52, bei 300° bis 310° im Luftstrom noch 2,46 Proc., den Rest des Wassers beim Rothglühen ». In una Memoria sulla dissociazione dei sali idrati pubblicata da H. Precht e K. Kraut [5] si trovano di nuovo ricordate queste esperienze e si accenna ad altre eseguite sull'okenite e sulla calamina, dalle quali sarebbe risultato che in questi minerali la perdita d'acqua comincia di solito già a 100° senza raggiungere una molecola od una frazione semplice di molecola, a temperatura superiore si svolge di nuovo acqua, ma in qualunque modo si conduca l'esperienza non è possibile stabilire differenze nette che permettano di dedurre che in questi composti l'acqua è contenuta in forme diverse.

Queste importantissime osservazioni condurrebbero, se esatte, a considerare la costituzione del dioptasio ben diversamente da quanto si è fatto finora. Il comportamento del dioptasio, a giudicare dalle esperienze di Lühr, sarebbe molto simile a quello delle zeoliti. Ritenni, perciò, non privo di interesse istituire delle nuove ricerche, per tentare di chiarire possibilmente le cose.

Il dioptasio adoperato, che comperai dal dott. Krantz di Bonn, proveniva dalla classica località delle steppe dei Kirghisi, e potei avere a mia disposizione diversi grammi di sostanza purissima, che fu pestata come le zeoliti. L'acqua totale ammontava a 11,18 %.

(1) *Nouvelles analyses du dioptase.* Ann. chim. phys. 1844, (3a), X, 485.

(2) *Mineralogische Mittheilungen. 4. Analyse des Dioptas der Kirghisen-Steppen.* Zeitsch. f. Kryst. 1901, XXXIV, 229.

(3) Zeitsch. d. d. geol. Gesellsch. 1868, XX, 537. Non mi è stato possibile leggere nell'originale il lavoro di Rammelsberg.

(4) Gmelin-Kraut's *Handbuch.* III, 690.

(5) *Ueber die Dissociation wasserhaltiger Salze.* Liebigs Annalen der Chemie, 1875, CLXXVIII, pag. 149.

Cominciai col cercare di stabilire se nel vuoto su acido solforico si ha una sensibile perdita di peso. In capo a poche ore si notò una diminuzione di peso insignificante (0,06 %), che non subì ulteriori variazioni.

Studiai allora la disidratazione in corrente di aria umida, col metodo solito. Ottenni i seguenti risultati:

T	Acqua emessa
95°	0,11 %
118	0,15
244	0,22
312	0,26
370	0,54
398	0,77
415-420	1,06
478	4,60

Fino alla temperatura di 370° non si ha sensibile cambiamento nel colore, che invece a 398° è diverso dal primitivo, avendo preso una leggera punta nell'azzurrastro: il cambiamento poi va progressivamente accentuandosi, man mano che s'innalza la temperatura.

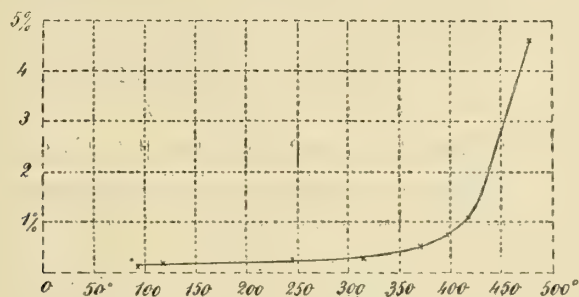



Fig. 9.

L'esame della curva di disidratazione (fig. 9) mostra come essa sia continua, cosicchè vengono ad essere confermate, *qualitativamente*, le esperienze di Lühr. L'acqua emessa non viene però riassorbita tenendo il dioptasio parzialmente disidratato in ambiente saturo di umidità. Per il dioptasio riscaldato a 398° si osservarono sull'acqua le seguenti variazioni di peso:

dopo ore	la perdita è ridotta a
15	0,46 %
208	0,20
568	0,26
904	0,21

per quello riscaldato a 415-420°

dopo ore	la perdita è ridotta a
15	0,50 °/₀
39	0,62
208	0,57
568	0,55

e finalmente nel dioptasio disidratato parzialmente a 478° si ebbe che

dopo ore	la perdita è ridotta a
15	4,19 °/₀
87	4,19
303	4,15
639	4,14

La piccola variazione di peso, che è nei tre casi sensibilmente la stessa, dipende evidentemente soltanto dai fenomeni igroscopici delle polveri.

Che nel dioptasio si abbia una progressiva modificazione è reso verosimile non soltanto dalla continuiià della curva di disidratazione, ma anche dall'azione che su questo minerale riscaldato a varie temperature esercita l'ammoniaca. Il Damour (l. c.) ha trovato che l'ammoniaca ed il carbonato d'ammonio attaccano, benchè lentamente la polvere di dioptasio, sopratutto a caldo. Io ho proceduto così: il dioptasio che era stato parzialmente disidratato veniva messo in una bevuta chiusa con una determinata quantità di ammoniaca: la stessa quantità di dioptasio naturale si trattava nell'identico modo. Dopo 24 ore si filtrava, e si paragonava l' intensità del colore azzurrastro delle due soluzioni. Il risultato di queste esperienze è che in seguito alla disidratazione la polvere del dioptasio viene attaccata dall'ammoniaca con velocità maggiore della polvere naturale: la variazione di questa velocità è progressiva.

Come si è visto, la curva di disidratazione è continua, e poichè l'acqua comincia a svolgersi, benchè in quantità assai piccola, già a temperature basse, mi sembra difficile poter continuare a parlare di acqua di « costituzione ». Nè si può dire che l'acqua emessa a temperature poco elevate è acqua igroscopica, e ciò per due ragioni. La prima è che se quest'acqua fosse igroscopica dovrebbe già andar via nel vuoto, e la seconda che non si può ammettere che l'acqua igroscopica resista ancora al riscaldamento ad una temperatura di 118°. Nemmeno si può obbiettare che solo al di là di una certa temperatura all'uscita dell'acqua è unita una variazione del colore, che, anzi, ciò è perfettamente analogo a quanto abbiamo visto accadere nella nichelgimnite. Se noi compariamo, inoltre, la curva di disidratazione della natrolite pubblicata da Friedel, o quella che si può costruire coi dati riferiti a pag. 111 della presente Memoria, con quella del dioptasio, si vede senz'altro che l'andamento è nei due casi identico. Ora, credo che nessuno consideri più la natrolite come un silicato contenente acqua di « costituzione ».

Un'obbiezione si potrebbe forse muovere alle ragioni ora addotte contro coloro che sostengono essere l'acqua del dioptasio « acqua di costituzione », fondandosi sulle

esperienze di Clarke e Schneider [1] sulla costituzione del serpentino. Questi autori, come pure altri, ritengono che appunto questo minerale contenga acqua di « costituzione » nel solito senso, mentre dai loro studî si deduce che anche qui si hanno curve di disidratazione continue, come risulta, ad esempio, dal seguente prospetto, che riassume i dati di Clarke e Schneider per il serpentino verde di Montville:

T	Perdita di peso
105°	0,96 %
250	1,51
383-412	1,78
498-527	2,01
rosso	14,38
bianco	14,66

Ma è da notare che le idee di Clarke e Schneider sulla costituzione del serpentino sono da ritenersi tutt'altro che provate, specialmente se pensiamo alle critiche del Brauns, che conchiuse così la sua polemica [2]: « Die Experimentaluntersuchungen von Clarke und Schneider sind, soweit sie sich auf der Einwirkung von Chlorwasserstoff auf Silikate beziehen, nicht geeignet, die Konstitution der untersuchten Silikate festzustellen ».

Ad ogni modo, io ho cercato di stabilire il valore di un'obbiezione di questo genere, studiando la disidratazione di un minerale che contiene indubbiamente acqua di costituzione. Scelsi a questo scopo l'epidoto. Gr. 2,6784 della varietà verde cupa di Val d'Ala subirono le seguenti perdite di peso, in seguito al riscaldamento in corrente di aria umida:

T	Acqua emessa
98°	0,06 %
120	0,10
370	0,10
406	0,10
471	0,10

È evidente la differenza fondamentale di comportamento tra epidoto e dioptasio nella disidratazione.

Da tutto quanto si è detto, mi sembra lecito dubitare che l'acqua del dioptasio sia « acqua di costituzione », e come sia invece da indagarsi se questo minerale non appartenga più probabilmente alle soluzioni solide [3]. Taluno dirà che con ciò contrasta il fatto che, almeno secondo le analisi fin qui pubblicate, il dioptasio ha

(1) *Experimentaluntersuchungen über die Konstitution der natürlichen Silikate.* Zeitsch. f. Kryst. XVIII, 390.

(2) *Ueber die Einwirkungen von trockenen Chlorwasserstoff auf Serpentin.* Zeitsch. f. anorg. Chemie, 1895, VIII, 348.

(3) Il dioptasio non si può considerare analogo alle zeoliti non solo perchè in esso si ha una modificazione continua di tutte le proprietà, ma anche perchè non presenta una delle proprietà caratteristiche delle zeoliti, la possibilità, cioè, di riassorbire, almeno in parte, l'acqua emessa.

una composizione costante. Ma a questa obbiezione si può rispondere assai facilmente. Prima di tutto, vi sono dei corpi che sicuramente appartengono alle soluzioni solide, e perfino diverse zeoliti che presentano variazioni assai piccole di composizione: basterà che io citi la natrolite e l'analcime. Ed inoltre non è poi tanto sicuro che il dioptasio presenti una composizione più fissa, per esempio, di quella della natrolite. Se noi tralasciamo di occuparci delle analisi di Hess, un po'antiquate, che danno 12,29 e 11,52 % di acqua, vediamo che si hanno i seguenti per cento *medi* di acqua:

Damour. . . .	11,40
"	11,27
Lühr.	10,81
Zambonini (1902)	11,39
" (ora).	11,18

Questi valori non sono gran fatto più concordanti di quelli che si hanno, ad esempio, nella natrolite di giacimenti diversissimi, e ciò è tanto più notevole se si pensa che le determinazioni surriferite furono tutte eseguite su materiale scelto con cura della stessa località: sopratutto degno di nota è che quasi tutti i valori ottenuti sono inferiori al teorico (11,40 %).

* * *

I risultati delle esperienze descritte in questo lavoro si possono brevemente riassumere così:

1°. La nichelgimnite, d'accordo con le vedute generali di Tammann sulla costituzione delle sostanze amorfe idrate, si può considerare come una soluzione solida. Tra il comportamento di questo minerale e quello delle zeoliti da me studiate nell'uscita e nel riassorbimento dell'acqua si hanno differenze importantissime.

2°. L'acqua riassorbita dalle zeoliti anche solo parzialmente disidratate e legata più debolmente che nel minerale primitivo. La formula di Sommerfeldt non è applicabile alle zeoliti (almeno a quelle che io ho studiate), e le sue esperienze sull'analcime sono probabilmente viziate da un errore fondamentale.

3°. Il riassorbimento dell'acqua da parte degli idrogeli parzialmente disidratati per azione di temperature crescenti, somiglia moltissimo a quello delle zeoliti. Il comportamento osservato appoggia l'ipotesi di Tschermak-Doelter un po' modificata.

4°. Il dioptasio è da considerarsi probabilmente come una soluzione solida.

Restano, così, pienamente confermate le conclusioni che ho esposto nel mio precedente lavoro. Sempre più insostenibile diventa l'ipotesi che considera le zeoliti come soluzioni solide di acqua nel silicato, nè molto più forte appare l'altra, avanzata incidentalmente da Küster [1], secondo la quale le zeoliti sarebbero soluzioni solide di silicati con diverso tenore d'acqua.

Dai fatti esposti sorgono, invece, nuovi argomenti in favore del confronto da me fatto tra le proprietà dell'acqua delle zeoliti e quella degli idrogeli, e sulla

[1] Zeitsch. f. anorg Chemie, pag. 382, 1900, XXII, 389. Estensione del lavoro di Friedel sulla natrolite.

probabile costituzione micellare di questi minerali. E sono lieto di non essere solo in quest'ordine di idee. Qualche anno prima di me, come ho appreso soltanto dopo la pubblicazione dell'altro mio lavoro, il Bütschli [1] ha paragonato le zeoliti al tabaschir, e contemporaneamente a me, il Doelter [2] scriveva: « es lässt sich (das Wasser der Zeolithe) mit dem der Kieselsäuregallerten vergleichen ». Io credo, però, di essere stato il primo a giungere ad una conclusione un po' precisa in proposito, in base a numerose esperienze ed a confronti minuti.

Non bisogna, però, tacere che probabilmente i minerali che vengono di solito riuniti sotto il nome di zeoliti non hanno, dal punto di vista fisico-chimico, identiche proprietà. Così, per esempio, l'analcime si differenzia notevolmente dalle altre zeoliti finora studiate. La possibilità che il gruppo delle zeoliti non sia omogeneo non può, del resto, stupire, se si pensa che fu fondato tenendo conto quasi soltanto del comportamento al cannello dei minerali che ad esso appartengono, e della natura degli elementi chimici che li costituiscono.

(1) *Untersuchungen über Strukturen,* 1898; Verhandl. de Naturhist. med. Vereins Heidelberg, 1900, VI, 287. Non conosco di questi lavori che le poche righe che ne riporta il Doelter a pag. 177 del suo libro citato.

(2) Op. cit., pag. 169.

Saggio di ricerche batteriologiche sulla pellagra.

Memoria del Socio GUIDO TIZZONI e del dott. GAETANO FASOLI

presentata nella seduta del 1° aprile 1906.

(Con quattro tavole)

Cenni bibliografici.

Le attuali conoscenze sulla causa e natura della pellagra, si può dire, rimangono ancora nel dominio dell'ipotesi, benchè una straordinaria attività scientifica per parte degli studiosi, specialmente italiani, abbia portato luce sopra molte questioni importanti.

E ben a ragione lo Sturli [1] affermava all'ultimo congresso pellagrologico di Merano, dopo aver constatato quanto è stato fatto su questa malattia principalmente per opera degli italiani, « che la vera etiologia della pellagra è tuttora ignota, e che in proposito si attendono ancora studî concreti ».

Cadute le vecchie credenze che attribuivano la pellagra alla insufficiente alimentazione (Liebig), ed infirmata quella degli zeisti (Lussana, Roussel, Strambio ecc. ecc.) che volevano essere l'alimentazione maidica per sè stessa la causa del morbo [*], sorse la scuola del Lombroso, il quale nelle note sue opere [2] compiute in quest'ultimo trentennio, stabilì un concetto più chiaro e più attendibile della malattia, per quanto non ancora dimostrato in modo assoluto.

Il Lombroso ammette che il veleno del mais guasto (pellagrozeina) sia la causa vera ed unica del morbo; la sostanza tossico-chimica, poi, verrebbe elaborata a spese del grano stesso per opera della svariata flora di microrganismi che vi germogliano; peraltro senza che alcuno di essi possa dirsi il principale ed esclusivo fattore della produzione di tale veleno.

Con ciò il Lombroso veniva a negare ai microrganismi del mais avariato qualsiasi azione specifica nell'organismo umano, e ad attribuire al granturco, come ter-

(1) Sturli, Rivista pellagrologica italiana, anno V, n. 6, 1905.

(*) Per le notizie bibliografiche antecedenti al 1892 vedi la sotto citata opera del Lombroso.

(2) Lombroso, Studi clinici e sperimentali sulla natura, cause e terapia della pellagra, Bologna 1871; Id., Trattato profilattico e clinico della pellagra, Torino F.lli Bocca, 1892.

reno di coltura assolutamente indispensabile, la maggiore importanza nella produzione del veleno in parola.

Finalmente, lo stesso autore spiega i fenomeni che accompagnano il tifo pellagroso, con le alterazioni che il tossico sopra ricordato apporterebbe ai reni; e ciò in perfetta armonia con quanto più tardi fu dimostrato avvenire nella produzione del colera-tifoide.

Questo concetto lombrosiano trovò una più larga e più particolareggiata esplicazione nelle ricerche successive, per quanto a tale proposito non tutti gli autori concordino perfettamente sulle varie questioni.

Così Gosio e Ferrati (1) determinarono meglio la natura chimica del veleno che si forma dal mais guasto, che classificarono nella serie aromatica; il Ferrati (2) stabilì che i soli ifomiceti (*penicillum*) hanno importanza nella produzione di questo veleno; il Mariani (3) provò che tale veleno risiede di preferenza nell'embrione del grano; finalmente il Neusser (4) ammise che il veleno in questione non sia preformato nel mais avariato, ma che in questo si trovino solamente le sostanze madri che, una volta ingerite, si trasformerebbero nell'intestino nelle rispettive tossine. Invece Belmondo (5), Pellizzi (6), Tirelli (7) ed altri riconobbero pure nei germi del mais guasto la causa prima della pellagra, ma ritengono che tali germi possano produrre anche su altri terreni di nutrizione i veleni che il Lombroso ammette originarsi esclusivamente dal mais avariato; perciò, al concetto della semplice intossicazione per veleni formatisi fuori del corpo, sostituiscono quello *tossico-infettivo*, secondo il quale la malattia sarebbe determinata « da inquinamento dell'organismo per veleni batterici » (vedi Tirelli, loc. cit., pag. 38).

Così il Tirelli, col filtrato di colture fatte coi germi del mais guasto sopra gli ordinari substrati di nutrizione e previamente bollite o sterilizzate in modo discontinuo, sarebbe riuscito ad ottenere negli animali « tutti i fenomeni comuni alla pellagra, non escluso il quadro del tifo pellagroso ».

Di fronte a questi concetti, i quali, in fondo, fanno tutti risalire ai germi comuni del mais avariato la produzione del veleno pellagrogeno, differenziandosi solo in questo, che per taluno tale veleno si formerebbe sempre fuori del corpo, ed esclusivamente nel granturco avariato, mentre per altri potrebbe formarsi anche dentro l'organismo, abbiamo un'altra serie di ricerche in cui si tentò di provare la specificità di alcuni microrganismi del mais.

Con questo intendimento il Maiocchi (8) fino dal 1881 riescì, infatti, ad isolare dal sangue di ammalati di pellagra uno schizomicete che denominò *bacterium maydis*; schizomicete che aveva il suo riscontro in forme analoghe osservate fra i

(1) Gosio e Ferrati, Rivista di Igiene e Sanità pubblica, 1892

(2) Ferrati, Il Policlinico, 1900, n. 17.

(3) Mariani, Rivista pellagrologica italiana, anno 1901, n. 2.

(4) Neusser, Die Pellagra in Österreich und Rumänien, Wien 1887.

(5) Belmondo, Rivista sperimentale di Freniatria, vol. XV e XVI.

(6) Pelizzi e Tirelli, Annali di Freniatria e scienze affini del R. Manicomio di Torino, 1894.

(7) Tirelli, Annali di Freniatria ecc., 1895.

(8) Maiocchi, Bollettino della R. Accademia medica di Roma, 1881.

microrganismi del mais guasto e che il Cuboni ([1]) ritrovò più tardi anche nelle feci dei pellagrosi.

Peraltro, tali risultati furono contradetti in seguito da Paltauf e Heider ([2]), i quali isolarono dal mais avariato innumerevoli varietà di germi (sporisorium, mucor racemosus, saccaromiceti, micrococchi, molte varietà di bacilli, ecc.) senza aver potuto dimostrare nessuna proprietà specifica dei germi isolati. Invece, per quanto riguarda la velenosità di questi germi, Bordoni-Uffreduzzi e Ottolenghi ([3]) trovarono che la polenta alterata col mezzo dello stesso *bacterium maydis* dispiega una manifesta azione tossica negli animali, e lo stesso ebbero, per quanto in grado minore, Pellizzi e Tirelli (loc. cit.), i quali videro, inoltre, che il maggior potere tossico delle colture fatte con le diverse farine di mais guasto, si ottiene quando si sviluppano in prevalenza i bacilli fluorescenti ed i bacilli segnati coi numeri 1 e 2, ossia bacilli piccolissimi, appuntati alle estremità, e che dànno rispettivamente colonie bianco-lucenti, fondenti la gelatina e colonie di color giallo.

Finalmente è da ricordare allo stesso proposito, che il Carraroli ([4]) isolò dalle farine avariate un bacillo che per i suoi effetti sperimentali e per le ricerche chimico-batteriologiche considerò come l'agente specifico della malattia e che indicò col nome di bacillo della pellagra; che il Fossati ([5]) coltivò dal pane di granturco, anche dopo la sua cottura, uno streptococco ed un bacillo simile al coli; il primo capace di determinare negli animali forme di enteriti gravi, il secondo suscettibile di aumentare le proprietà patogene dello *aspergillus fumigatus*.

Dopo i batterî del mais avariato furono le muffe quelle incolpate maggiormente di determinare la pellagra, e quasi tutte le ricerche compiute negli ultimi anni ebbero appunto questo risultato.

È merito del Gosio ([6]) di aver prestato per primo l'attenzione alle muffe, e di aver dimostrato che le avarie del mais provengono in massima parte dal *penicillum glaucum*; ed ai lavori del Gosio fatti insieme al Ferrati (loc. cit.) e da questi continuati da solo (loc. cit.), spetta ancora il merito di aver riconosciuto che per opera dello stesso penicillo si originano prodotti fenolici che inqninano l'organismo e sono la causa principale della intossicazione pellagrogena.

Più tardi il Di Pietro ([7]) confermò l'importanza del *penicillum glaucum* nella produzione della malattia, limitando peraltro l'azione patogena dei penicilli ad una o ad alcune loro speciali varietà; inoltre provò che il tossico è contenuto nelle spore, dalle quali si può anche estrarre, e cogli estratti riprodurre negli animali il quadro classico della pellagra.

([1]) Cuboni, Archivio di Psichiatria vol. III°; Atti dell'Accademia dei Lincei, 1885-1886.

([2]) Paltauf e Heider, Medizinisches Jahrbuch., 1868.

([3]) Bordoni-Uffreduzzi e Ottolenghi, Archivio di Psichiatria, 1890; Giornale della R. Accademia di Medicina di Torino, n. 9-10, 1890.

([4]) Carraroli, Giornali della R. Società d'Igiene, n. 7/9; Jahresber. di Baumgarten, 1893.

([5]) Fossati, Rivista pellagrologica italiana, anno IV°, n. 4, 1904.

([6]) Gosio, Riv. di Igiene e Sanità pubblica, 1896; Riv. pellagrologica italiana, anno III°, n 3, 1903.

([7]) Di Pietro, Annali di Igiene sperim., fasc. 1°, anno 1902; Riv. pellagrologica ital., n. 6, 1903.

Finalmente il Ceni ([1]) in una lunga serie di ricerche, in alcune delle quali ebbe a collaboratore il Besta ([2]), attribuì agli aspergilli un valore specifico nella produzione della pellagra, e specialmente alle due varietà *fluorescens* e *fumigatus*, con assoluta predominanza della seconda, ponendo in modo più chiaro il concetto che tale malattia sia effettivamente un'ifomicosi. Infatti questo autore avrebbe dimostrata una vera infezione aspergillare, sia nelle forme acute di malattia, sia in quelle subacute, con localizzazioni elettive al polmone, alla pleura, al pericardio ed alla piamadre; di più sarebbe riescito a riprodurre nel pollo il quadro classico della pellagra (acuta, subacuta e lenta), tanto col mais guasto introdotto per la via gastrica, quanto con l'iniezione nel pericardio delle spore di *aspergillus fumigatus*, e a dimostrare in questo animale la presenza di lesioni interne di natura aspergillare, specialmente al polmone ed al pericardio, del tutto simili a quelle riscontrate nell'uomo.

Riguardo poi al meccanismo col quale l'ifomicosi in parola si determinerebbe, il Ceni ammette che i rispettivi germi provengano dall'intestino allo stato di spora, localizzandosi sotto questa forma nei varî organi e tessuti di loro elezione; e che da tali spore si elabori e si sprigioni il veleno potentissimo che determina la intossicazione generale e che è causa, a sua volta, dei processi flogistici locali, a carattere diffuso. Peraltro tutte le conclusioni riportate in questo ordine di ricerche furono contradette poco dopo, e più o meno efficacemente combattute dagli studî successivi.

Così Antonini e Ferrati ([3]) non poterono mai isolare dal mais guasto preso da località invase dalla pellagra, penicilli con spore velenose, come vorrebbe il Di Pietro; ma ebbero invece sostanze tossiche con la reazione chiara dei fenoli dai relativi terreni di nutrizione sui quali gli stessi penicilli si erano fatti sviluppare.

Egualmente il Camia ([4]) non riscontrò la presenza di spore nei tessuti e negli organi dei pellagrosi, come avrebbe rinvenuto il Ceni; il Gavina ([5]) trovò che nella produzione dei tossici pellagrogeni dagli ifomiceti, la tossicità del substrato si afferma indipendentemente dalla presenza di spore o di miceli nel liquido colturale usato per gli esperimenti; finalmente Antonini e Ferrati (loc. cit.) non poterono isolare alcuna specie di aspergilli dai cadaveri dei pellagrosi, e trovarono inoltre che gli aspergilli stessi sono pochissimo patogeni per gli animali, per cui, anche iniettati in grande quantità, o non determinano nessun effetto, o dànno luogo a semplici peritoniti.

Per ultimo il De Giaxa ([6]) pensa, differentemente da tutti gli autori precedenti, che la prevalenza della alimentazione maidica abbia una influenza indiretta nella produzione della pellagra, in quanto favorirebbe la esaltazione della virulenza degli ordinarî germi dell'intestino, specie del b. coli, e così determinerebbe una autointossicazione da cui dipenderebbe esclusivamente il quadro della malattia.

([1]) Ceni, Rivista sperimentale di Freniatria, vol. XXVIII, XXIX, XXX, XXXI. 1902-1905; Giornale della R. Società di Igiene, 1905.

([2]) Ceni e Besta, Riv. sperim. di Freniatria, vol. XXVIII, XXIX, XXXI.

([3]) Antonini e Ferrati, Archivio di Psichiatria ecc., vol. XXIV, f. V-VI.

([4]) Camia, Riv. di patologia nervosa e mentale, n. 12, 1904.

([5]) Gavina, Rivista pellagrologica italiana, anno V, n. 5, 1905.

([6]) De Giaxa, Arch. di Psichiatria e scienze affini vol. XXX, fasc. I-II; Jahresber. di Baumgarten, 1893; Annali di Igiene sperimentale, vol. XIII, 1903.

Questi i risultati ottenuti finora sulla etiologia e patogenesi della pellagra; risultati che hanno condotto ad alcune teorie che qui riportiamo, perchè meglio di qualsiasi particolareggiata descrizione compendiano e fanno intendere quale è lo stato attuale della questione su questa malattia.

1°. *Teoria tossico-chimica*, che ammette nella pellagra un avvelenamento cronico determinato da un tossico esogeno formatosi esclusivamente nel granturco avariato per opera di germi comuni.

2°. *Teoria tossico-infettiva*, per la quale gli stessi germi del mais, sopratutto le varie specie batteriche, darebbero luogo alla produzione di veleno anche nell' interno del corpo.

3°. *Teoria infettiva specifica*, che riporta la pellagra ad una particolare forma batterica.

4°. *Teoria dell' ifomicosi*, in cui l' infezione sarebbe data esclusivamente da muffe (aspergilli).

5°. *Teoria dell' autointossicazione*, determinata questa dalla esaltazione dei germi normali dell' intestino in seguito alla prevalenza dell'alimentazione maidica.

Di tutte queste teoriche, quella che ha maggiori prove in appoggio e che ha maggiormente resistito alla critica, è indubbiamente la prima, dovuta alle ricerche del Lombroso e della sua Scuola; quelle più deficienti di fatti e che attendouo ancora una più larga conferma, sono la 3ª e la 5ª, ossia la teoria infettiva specifica e quella dell'autointossicazione; finalmente le più difettose sono la 2ª e la 4ª, in quanto manca in esse la dimostrazione che i germi del mais (batteri, muffe) hanno effettivamente attecchito nell'organismo; condizione questa che è assolutamente indispensabile a conoscersi per distinguere se trattasi veramente d' infezione o di semplice intossicazione.

Le prove addotte al riguardo non chiariscono in modo rigoroso tale questione; nemmeno è sufficiente la dimostrazione della presenza di spore in seno ai tessuti ed agli organi, nei quali potrebbero esser solo passivamente trasportate; per cui tutti i fatti a questo proposito rilevati non valgono, in conclusione, che ad appoggiare la teoria del Lombroso, in quanto in ultimo dimostrano la possibilità della produzione di veleni pellagrogeni da taluni germi del mais guasto, ma con questa restrizione, che mentre per il Lombroso tali veleni si formerebbero esclusivamente dal mais, invece per i sostenitori delle citate teoriche potrebbero originarsi anche da altri substrati nutritivi ed essere prodotti, anzi che dal complesso dei germi del granturco avariato, solo da alcune specie (batteri, muffe).

Concetto delle nostre ricerche.

In primo luogo deve qui, con grande meraviglia, esser rilevato il fatto che in una malattia come la pellagra, la quale colpisce l' uomo in un modo così grave e diffuso, l'agente causale sia stato ricercato dapprima, e quasi esclusivamente, fuori del corpo.

Non sono mancati, è vero, studi fatti anche sull' uomo; ma questi, se hanno rilevato facilmente importanti alterazioni anatomatiche, specie nel sistema nervoso, (Bel-

mondo ([1]), Vassale ([2]), Brugia ([3])), invece dal lato batteriologico non hanno mai condotto a risultati attendibili.

Ciò deve, a nostro giudizio, riconoscere la sua ragione principale nella scelta dei soggetti da studio, perchè le forme croniche di pellagra, che servirono nel maggior numero delle osservazioni fatte finora, sono indubbiamente le meno adatte per rilevare l'elemento causale della malattia. Infatti, nelle forme anzidette, il processo infettivo spesso è del tutto spento, e permangono nell'organismo solo le conseguenze di una pregressa intossicazione, oppure tale processo è ancora in atto, ma circoscritto esclusivamente all'intestino; quindi, in simili condizioni, l'esame del sangue e degli organi difficilmente può farci risalire alla conoscenza della causa prima del male, e quello dell'intestino e del suo contenuto può egualmente fallire allo scopo per le ragioni seguenti:

1°, per la piccolezza e la lentezza di sviluppo delle colonie specifiche, che così possono essere facilmente sopraffatte da quelle degli ordinari germi intestinali;

2°, per la impossibilità di sviluppo dei germi specifici sugli ordinari substrati di nutrizione e per la necessità di usare in questo caso speciali terreni di coltura, sui quali non è dato pronunciarsi *a priori*, senza aver conoscenza dapprima delle proprietà biologiche e batteriologiche del germe cui devono servire.

Dietro questo concetto noi ritenemmo che l'attenzione nostra dovesse essere in primo luogo rivolta ai casi acutissimi di pellagra e rapidamente mortali, come quelli che ci sembrarono più favorevoli per rilevare una diffusione del germe nell'organismo. Che se ciò si fosse verificato, e noi con questi studi, che chiameremo di semplice esplorazione, fossimo riusciti ad ottenere risultati batteriologici positivi dal sangue e dagli organi, più facile, una volta conosciute le proprietà biologiche e colturali del germe, sarebbe riescito il compito di ricercarne la presenza nell'intestino e fuori del corpo.

E poichè in tali forme acutissime di malattia tutto parla in favore di una intossicazione diretta del sistema nervoso, in seguito alla diffusione dei germi nell'organismo dal loro focolaio primitivo ed alla loro localizzazione elettiva specialmente nei centri cerebro-spinali, così a questi ed al sangue doveva in particolar modo esser rivolta la nostra attenzione.

Volendo poi allontanare l'obbiezione che i casi positivi fossero esclusivamente dovuti ad una diffusione post-mortale di germi banali, abbiamo non solamente cercato di praticare l'autopsia in epoca non troppo lontana dalla morte, ma, quando ci fu possibile, non abbiamo trascurato di prendere ancora materiale dal vivo (sangue).

Noi dobbiamo riconoscere, con dispiacere, che assai limitato è il numero delle osservazioni che con questo indirizzo ci fu consentito di fare; e volentieri avremmo atteso a rendere le nostre ricerche di pubblica ragione, se non avessimo urtato contro enormi difficoltà per vederle aumentate; difficoltà derivanti, non solo dalla lontananza dai maggiori centri della pellagra, ma ancora dalla relativa scarsezza dei soggetti che meglio si prestano per questi studi.

([1]) Belmondo, Le alterazioni anatomiche del midollo spinale nella pellagra, e loro rapporti coi fatti clinici. Rivista sperimentale di Freniatria et., Vol. XV e XVI, 1889-1890.

([2]) Vassale, Sulla enterite pellagrosa in rapporto colla etiologia della pellagra. Rivista sperimentale di Freniatria et., 1891.

([3]) Brugia, Le osservazioni del sistema gangliare simpatico nella pazzia pellagrosa. Imola, 1901.

Questi, perciò, varranno più che altro ad indicare la via per la quale si possono nella pellagra conseguire risultati definitivi, ed a stimolare quei colleghi che si trovano in condizioni di studio più favorevoli delle nostre a continuare nella ricerca.

Risultati conseguiti.

Le nostre indagini furono rivolte a tre forme diverse di malattia:

1° forme acutissime e rapidamente mortali (tifo pellagroso, frenosi pellagrosa);

2° forme subacute terminate egualmente colla morte (frenosi pellagrosa);

3° forme croniche.

1ª **Serie. Forme acutissime e rapidamente mortali** (tifo pellagroso, frenosi pellagrosa). — Tre sono i casi di questa categoria da noi esaminati, di cui i due primi studiati solamente da uno di noi (Tizzoni).

Osservazione 1ª. *Tifo pellagroso.* — Riguarda certa Bellotti che negli anni precedenti aveva più volte presentato sintomi di pellagra, e che il 29, V, 98, venne a morte nel Manicomio di Reggio col quadro classico del così detto tifo pellagroso.

Non essendoci concesso di praticare l'intiera sezione, potemmo ottenere dalla squisita gentilezza del direttore del Manicomio prof. Tamburini e del prof. Vassale di raccogliere dal cadavere un poco di sangue (4-5 cc.) da una grossa vena del collo, e di aspirare altrettanto liquido cefalo-rachidiano dallo spazio sottoaracnoidale del cervello; tutto questo facemmo, naturalmente, con le maggiori precauzioni antisettiche.

Non è fuor di luogo notare ancora che in quell'epoca la stagione era eccezionalmente rigida in seguito ad una forte nevicata, e che la raccolta del materiale ricordato fu fatta poche ore dopo la morte.

Messi nel termostato il sangue ed il liquido cefalo-rachidiano senza aggiunta di altro liquido nutritivo, dopo 5-6 giorni si notò nell'uno e nell'altro la presenza dello stesso germe in coltura pura, un poco più tardi nel sangue, che aveva assunto contemporaneamente una tinta molto scura.

Caratteri microscopici. — Catene di varia lunghezza, circonvolute, ramose, isolate o riunite in grossi accumuli; gli elementi di queste, che sono piccolissimi, circa $^1/_3$ più piccoli degli pneumococchi del Fränkel, a prima vista hanno tutto l'aspetto e la disposizione degli pneumococchi, ma effettivamente sono costituiti da sottili e corti bacilli con la sostanza colorante portata ai poli. Negli elementi molto giovani, poi, si vede bene la forma bacillare per il manifesto predominio di uno dei diametri e per una colorazione più uniforme. Si osserva, inoltre, che nelle colture in mezzi liquidi (brodo-sangue) predomina la forma a catena, con elementi dell'aspetto dei diplococchi, mentre nei mezzi soliti di nutrizione (agar-sangue) la forma bacillare è più evidente, tanto negli individui isolati, quanto in quelli riuniti in grossi ammassi.

Questi germi si colorano bene con tutti i colori di anilina: resistono alla decolorazione col metodo Weigert, non a quella col metodo Gram.

Caratteri colturali. — La caratteristica principale di questo bacillo è che esso vegeta e si mantiene vivo solamente nei substrati nutritivi che contengono albumine non coagulate.

Quindi il substrato migliore di nutrizione è il sangue, tanto di uomo, quanto di coniglio, defibrinato o no.

Nei substrati artificiali di nutrizione, la coltura del germe in parola si sviluppa abbastanza rigogliosamente e si mantiene nei trapianti successivi, solo quando si faccia in questi substrati un innesto molto abbondante da coltura in sangue, o quando si aggiunga ad essi una piccola quantità di sangue sterile.

a) Sangue. — Le colture in sangue sono sempre molto ricche; sono costituite da elementi separati in forma di diplococchi, simili ai diplococchi del Fränkel, e da catene formate dagli stessi elementi, e tanto isolate quanto riunite in ammassi; tali colture raggiungono il massimo del loro sviluppo in 24-48^h.

Il sangue perde presto il colore rosso-rutilante ed acquista un colore più scuro, rosso-bruno, assumendo in ultimo tutto l'aspetto del siroppo di more. Il sangue non defibrinato, poi, sembra essere un substrato nutritivo migliore di quello defibrinato e la coltura vi si conserva più a lungo.

b) Brodo. — Nel brodo con aggiunta di sangue o con innesti fatti direttamente dal sangue, la coltura si sviluppa assai presto ed è abbastanza ricca; dopo 24^h si avverte nel brodo un intorbidamento uniforme con qualche fiocchetto sospeso; dopo 36-48^h la coltura è interamente rischiarata ed al fondo si è depositato un ricco sedimento fatto da grossi fiocchi che, agitando il tubo, si sollevano facilmente mescolandosi di nuovo al liquido sovrastante. Il brodo per lo sviluppo della coltura diviene prontamente e manifestamente acido. Nei trapianti successivi, senza aggiunta di sangue, la coltura si fa sempre più scarsa, fino che al 2°-3° passaggio rimane completamente sterile.

c) Agar. — La coltura nasce solo quando all'agar si aggiunge del sangue d'uomo o di coniglio (blut-agar), o quando l'innesto è fatto direttamente da coltura in sangue, ed in 24^h raggiunge il massimo del suo sviluppo. L'aspetto della coltura è molto delicato; essa è costituita da colonie staccate piccolissime, di colore bianco-grigiastro, talora così vicine fra loro da formare come un sottilissimo velamento finamente punteggiato, quasi pulverulento, non sempre rilevabile facilmente ad occhio nudo a causa della sua sottigliezza e trasparenza.

A luce incidente si vede che le colone appariscono rilevate, trasparenti, come piccole gocciolette, a superficie lucida, secca. Nell'agar glicerinato la coltura è più ricca, le colonie più confluenti, ed il loro aspetto è più umido, meno secco di quello delle colonie sviluppate sull'agar senza glicerina.

I trapianti da blut-agar in agar senza aggiunta di sangue, dapprima nascono molto scarsamente, dando luogo allo sviluppo di 3-4 colonie appena, poi nei successivi trapianti non nascono più affatto. È sembrato osservare, peraltro, che la coltura del germe in questione, nasce tanto meglio sull'agar semplice senza aggiunta di sangue quanto più il germe stesso è attenuato, cioè quando non è più capace di uccidere il topolino ed il topo decumano; nel qual caso la forma microscopica ha perduto quasi intieramente il carattere di streptobacillo che aveva in origine, per assumere maggiormente l'aspetto di un ordinario streptococco.

d) Gelatina. — Anche in questo mezzo di nutrizione, con o senza aggiunta di zucchero, la coltura nasce presto e bene, e tanto a 37° quanto a 22° C., se alla gelatina si aggiunge un po' di sangue o se l'innesto viene fatto da coltura in sangue.

I trapianti successivi senza aggiunta di sangue rimangono completamente sterili.

L'aspetto della coltura in *gelatina mantenuta a 37° C.* è eguale a quello delle colture in brodo, solo che nella prima la coltura raggiunge il massimo di sviluppo in un tempo un poco maggiore, in 3-4 giorni. Anche nella gelatina, infatti, si forma dapprima un intorbidamento uniforme, poi si separano dei fiocchetti che sedimentano al fondo del tubo e si attaccano tenacemente alla sua parete, lasciando il liquido completamente limpido. L'aggiunta di sangue fresco rende la coltura più pronta e più ricca; la gelatina non fluidifica mai, anche dopo lunga permanenza della coltura alla stufa.

Anche in *gelatina tenuta alla temperatura di 22-25° C.*, gli innesti fatti da culture in sangue nascono abbastanza bene, ma solo lungo l'infissione fatta dall'ago; dove si forma un sottile nastrino biancastro, a contorno irregolare, onduloso, ed a bordi leggermente rilevati, costituito da tante piccole colonie sferiche, bianco-giallognole, le quali alla periferia della coltura raggiungono maggiori dimensioni che nelle parti centrali. Coll'invecchiamento la parte più profonda della coltura assume una leggiera tinta giallo-aranciata, ma la gelatina non si colora nè fluidifica mai.

Caratteri biologici. — Le colture sopra descritte (brodo, gelatina a 37° C.) nascono bene, tanto all'aria quanto al vuoto; il mancato sviluppo alla superficie della gelatina mantenuta alla temperatura ambiente, si deve, non alla presenza dell'aria, ma alla mancanza in questa parte del materiale indispensabile allo sviluppo della coltura stessa (sangue), che nell'innesto viene ad essere trasportato e depositato esclusivamente lungo l'infissione fatta dall'ago nella gelatina.

La vitalità di tali culture è molto limitata; nell'agar con sangue le colture muoiono se ogni 6-8 giorni non si provvede ad un nuovo passaggio. In questo modo siamo riusciti ad arrivare fino alla 39ª gen. in blut-agar, dopo la quale la coltura fu perduta per aver tardato 20 giorni a fare il successivo trapianto. Le colture in gelatina al vuoto sembrano avere una vitalità un poco più lunga; anche queste, peraltro, dopo 45 giorni non dànno più passaggi positivi.

Non fu esaminato se il germe in parola è provvisto di mobilità ed a che grado.

Potere patogeno. — Le colture sopra descritte sono patogene per il topo, per il coniglio e per la cavia; nei primi due animali determinano un quadro acuto della malattia seguito rapidamente da morte; nell'ultimo un quadro morboso cronico che conduce molto tardivamente all'esito letale.

a) Topolino (mus musculus albinus). — La iniezione sottocutanea di $^1/_4$-$^1/_6$ di coltura in blut-agar di 24-48^h ripresa con acqua salata, determina la morte dell'animale in due giorni senza fenomeni caratteristici. Localmente produce infiltrato gelatinoso o puriforme ricco di germi; nel sangue pure si osservano numerosi germi a forma di diplococchi; i visceri appariscono normali, salvo la milza che talora si presenta ingrossata.

Gli effetti della coltura, poi, sono un poco differenti, secondo che si usano generazioni avute direttamente dal materiale originale o molto prossime a questo, oppure delle generazioni più lontane.

Così la coltura in agar, derivata direttamente dal sangue dell'ammalato, come il 7° trapianto successivo in blut-agar, dettero lieve infiltrazione locale sieroso-gelatinosa e ricca setticemia, mentre la 24ª generazione, egualmente in blut-agar, determinò forte infiltrazione locale purisimile e morte senza fatti setticoemici.

Quindi le colture più attive, come quelle che derivano direttamente dal materiale originale, o i primi trapianti in blut-agar, uccidono per setticemia acuta; quelle meno attive, invece, dànno maggiori guasti locali ed uccidono per intossicazione.

Ciò sta a significare che allo stato di saprofita il germe in questione si attenua rapidamente, e che in questa attenuazione passa dalla forma settica alla forma tossica, per riescire in ultimo del tutto indifferente.

Quindi il topolino è un animale che si presta benissimo per giudicare se la coltura è attiva oppure no, ed a qual grado.

b) Topo (mus decumanus albinus). — Iniezione di $^1/_4$ di coltura in blut-agar da sangue originale ripresa con acqua salata, determina infiltrazione locale di essudato gelatinoso e morte in tre giorni. Nel sangue dell'animale non si vedono bacilli all'esame microscopico, ma la coltura riesce positiva; visceri apparentemente normali.

Nel topo la 7ª gen. in blut-agar riesce senza alcun effetto; perciò questo animale, in confronto al topolino, si mostra assai meno sensibile alla coltura, e muore di forma tossica, anzichè di setticemia, anche per colture avute direttamente dal materiale originale.

c) Coniglio. — In questo animale l'azione patogena della coltura è stata provata introducendo il virus per diverse vie.

Sottocutanea. — La coltura iniettata sotto la pelle determina solo una infiltrazione locale molle che gradatamente si riassorbe, ed un leggero e transitorio aumento della temperatura; mai conduce alla morte dell'animale. Questo anche quando si usa una forte quantità di materiale ($^2/_3$ di coltura in blut-agar) e quando s'iniettano le prime generazioni (3° passagg.) avute dal materiale originale (sangue).

Endovenosa. — Anche per questa via la coltura non conduce mai alla morte dell'animale, ma i fenomeni che determina sono assai più gravi di quelli notati per l'iniezione sottocutanea; e tanto più gravi quanto minore è il numero dei passaggi che la coltura avuta dall'uomo ha subìto sui mezzi artificiali di nutrizione (1ª-6ª gen.).

Così, l'aumento della temperatura è più rapido, seguendo quasi immediatamente alla iniezione, e molto più duraturo; la febbre raggiunge un massimo assai più elevato (41°) e si accoppia ad una diminuzione del peso corporeo abbastanza rilevante.

Quando poi l'iniezione è fatta con coltura ottenuta direttamente dal materiale originale (sangue), allora ai fenomeni notati seguono disturbi assai rilevanti del sistema nervoso, specie forme di contratture spastiche e paresi del treno posteriore, per le quali l'animale cammina come quelli che si trovano nel primo periodo della rabbia paralitica; forme nervose che durano molto a lungo, determinando atrofie e caduta del pelo nella parte interessata, sulla quale l'animale stenta a reggersi.

In ultimo tutto ritorna allo stato normale, ma in un periodo molto lungo.

Questi fenomeni nervosi sono appena accennati, o mancano affatto, quando si usano per l'iniezione i successivi passaggi (6ª gen.) della stessa coltura.

Ciò sta a significare che gli effetti ottenuti nel coniglio sul sistema nervoso in seguito ad iniezioni endovenose sono esclusivamente effetti tossici, e che la capacità della coltura a produrre questi tossici va, nella vita saprofitica del germe, rapidamente indebolendosi.

Sottodurale. — Iniettate sotto la dura madre, le colture in questione sono eminentemente patogene per il coniglio. Anche in questo caso succede, peraltro, una rapida attenuazione della coltura trasportata sui mezzi artificiali di nutrizione, per cui, mentre gli innesti fatti direttamente col materiale originale o con le prime generazioni successive (fino alla 6ª) uccidono in 1-3 giorni, le stesse colture negli ulteriori passaggi dànno solo fenomeni di malattia, che divengono sempre meno gravi e più facilmente risolvibili, a misura che ci si allontana nei trapianti su mezzi artificiali di nutrizione dalla coltura avuta direttamente dall'uomo, fino a che in ultimo rimangono del tutto innocue.

La dose mortale nelle iniezioni sottodurali è molto piccola, scendendo fino ad $^1/_{32}$ di coltura in blut-agar ripresa con acqua salata. I fenomeni prodotti con queste iniezioni sono: aspetto triste dell'animale con tendenza a nascondersi nelle parti più oscure della gabbia, dove rimane immobile per delle ore se lasciato tranquillo, febbre alta, diminuzione di peso, dispnea, movimenti oscillatorî della testa, nistagmo, andatura barcollante paretico-spastica simile a quella del coniglio rabbioso; in ultimo accessi convulsivi con opistotono, provocato ed aggravato dalle eccitazioni esterne.

È anche opportuno rilevare qui che i fenomeni nervosi sopra citati si sono potuti ottenere anche colla iniezione subdurale nel coniglio del siero raccolto dal sangue originale appena separato dal coagulo; fenomeni, peraltro, che si presentavano solo in modo transitorio senza condurre mai alla morte dell'animale.

Alla sezione dei conigli morti in seguito alla iniezione subdurale di coltura, si trova solo arrossamento del cervello e una piccolissima raccolta di essudato gelatinoso sopra la piamadre in corrispondenza del punto iniettato. Tutti gli altri visceri sono apparentemente sani. Nell'essudato anzidetto e nel sottostante cervello si vedono numerosi germi, e positiva riesce anche la relativa coltura.

Il sangue preso dal cuore rimane del tutto sterile o dà luogo a rarissime colonie.

d) Cavia. — In questo animale, tanto la iniezione sottocutanea della coltura in questione, quanto la endoperitoneale, ne determinano la morte in modo lento, con soli fenomeni tossici, che si rivelano specialmente per un profondo e progressivo dimagrimento.

Dunque la coltura pura avuta direttamente dal sangue e dal liquido cefalorachidiano della Bellotti è patogena per gli animali da laboratorio e con questa scala di sensibilità:

1° Topolino. 2° Topo decumano. 3° Coniglio. 4° Cavia.

Nel coniglio, peraltro, la coltura riesce mortale solo quando è portata in contatto diretto col cervello.

Finalmente l'azione patogena di tale coltura si attenua molto rapidamente col suo passaggio sui mezzi artificiali di nutrizione; i fenomeni che determina sono febbre, diminuzione del peso corporeo e particolari fenomeni nervosi paralitico-spastici.

Osservazione 2ª (Frenosi pellagrosa). — Riportiamo per prima la storia clinica quale ottenemmo dalla cortesia del prof. Brugia, direttore del Manicomio provinciale di Bologna in Imola; questa riguarda certo Cavicchi Giuseppe fu Antonio e fu Zuffa Violante, di anni 46, nato a S. Maria in Duno e residente a Baricella

fino dal 1° novembre 1855, operaio povero, coniugato. Ammesso nel manicomio il 21 gennaio 1899, morto il 10 febbraio dello stesso anno alle ore 23,20.

Anamnesi — Non si conoscono disposizioni morbose ereditarie. Il Cavicchi, che è stato di carattere sempre quieto, non ha sofferto per l'addietro malattie mentali; condusse costantemente vita faticosa e stentata, cibandosi male. Secondo riferisce chi l'accompagnò al manicomio, parrebbe che da moltissimi anni l'ammalato presentasse un eritema alle mani che fu giudicato effetto della pellagra.

Da un anno circa egli ha dovuto smettere di lavorare perchè preso da debolezza crescente, con denutrizione generale, e con altri sintomi morbosi (gravi vertigini, disturbi gastrici, diarrea ricorrente), per cui era costretto a starsene in letto, dal quale alzavasi solamente per andare a stento a chiedere l'elemosina.

Da quattro o cinque mesi è diventato ipocondriaco, sempre preoccupato del suo misero stato, piagnucoloso, ecc. ecc. Da otto o dieci giorni manifesta un grande disordine della mente; parla da sè in modo confuso, non dorme, tende a buttarsi dal letto; giorni addietro balzò giù ad un tratto tentando di gettarsi dalle scale.

Esame obiettivo. — Le condizioni generali di nutrizione sono deplorevolissime; è deperito, anemico, debole di forze. Nulla di notevole all'esame dell'apparato circolatorio; catarro bronchiale diffuso; eritema pellagroso alle mani.

Non è possibile l'esame delle varie sensibilità per lo stato di grave confusione mentale dell'infermo. Le pupille sono eguali; i movimenti attivi sono scomposti e disordinati; ai movimenti passivi s'incontra un certo grado di resistenza.

Nessun disturbo nell'articolazione della parola. Riflessi rotulieni esagerati; pupillari alla luce deboli.

Riassunto dei diarî, gennaio 22. — È in uno stato deplorevole; è deperito, pallido, debolissimo, ha diarrea profusa. Psichicamente si trova in uno stato di profonda depressione, con obnubilamento massimo della coscienza. Ha un delirio vago, incoerente, cangievole, ed allucinazioni vivissime di natura terrifica. Urla e grida quasi di continuo. I movimenti sono scomposti, disordinati, senza scopo.

Gennaio 26. — Il malato ha tremiti fibrillari ed è in preda ad uno stato di ipertonicità generale. Mangia pochissimo e con estrema difficoltà; non dorme affatto; è sempre confuso, delirante, allucinato. Le idee deliranti sono di auto-accusa, di rovina, di colpevolezza, di persecuzione.

Febbraio 1. — Le condizioni fisiche generali vanno peggiorando. Il polso è piccolo, frequente. Si ricorre ad iniezioni di acido fenico e di caffeina. L'infermo è ormai in stato d'incoscienza completa; emette quasi di continuo un lamento monotono o parla fra sè incoerentemente.

Febbraio 5. — Le condizioni fisiche sono gravissime; l'ammalato ha rantolo tracheale e polso filiforme.

Febbraio 10. — Il Cavicchi muore oggi in istato di coma.

Diagnosi. — Frenosi pellagrosa.

Esame microscopico. — Di questo caso potemmo esaminare solo il liquido cefalo-rachidiano raccolto dal vivo colla puntura alla Quincke, nella quantità di 4-5 cc. circa, e lasciato per alcuni giorni nel termostato alla temperatura di 35-37° C.

Quando ci fu dato questo liquido erano già passati 3-4 mesi dacchè era stato raccolto; esso appariva limpido, trasparente, acquoso, con leggero sedimento al fondo del tubo, di aspetto pulvurulento, biancastro.

Innesti fatti con questo materiale, dato il lungo tempo trascorso dalla sua raccolta, riescirono sempre negativi, anche se fatti in sangue di coniglio.

Peraltro l'esame microscopico fece riconoscere nel sedimento germi perfettamente eguali per grossezza, forma e disposizione a quelli del caso precedente. Tali microrganismi si coloravano bene con gli ordinari colori di anilina e non resistevano alla decolorazione col metodo Gram.

Disgraziatamente per la loro morte ci venne a mancare lo studio relativo alle proprietà biologiche, colturali, ed al potere patogeno di questo germe, che dal lato microscopico non si sarebbe saputo differenziare da quello dell'osservazione 1ª.

Osservazione 3ª (Frenosi pellagrosa). — Dobbiamo al prof. Tambroni, direttore del Manicomio di Ferrara, che qui ringraziamo sentitamente, lo studio di questo caso, che ci appare oltremodo interessante, anche perchè essendo stato più largamente studiato dei precedenti, il primo compreso, rende più completa la conoscenza sul germe che fu oggetto dei nostri studî.

Storia clinica. — Mazzini Francesco, di anni 57, di Argenta (Ferrara), operaio diurnista. Entrato nel Manicomio provinciale di Ferrara il 27 aprile 1904, morto il 1° maggio successivo.

Anamnesi. — L'infermo di cui è questione ebbe una sorella ricoverata nello stesso Ospedale di Ferrara; da sei anni è costretto a vivere miseramente chiedendo l'elemosina; non pare abbia sofferto mai di altre malattie di un qualche rilievo. Da 25 anni il Mazzini soffre di pellagra; peraltro i sintomi cerebrali comparvero soltanto ultimamente.

Stato presente. — Il malato entra nel manicomio in gravi condizioni; magro, emaciato, è in preda a prostrazione generale; è incosciente, non parla.

Si nota arrossamento ed abbondante desquamazione epidermica al dorso delle mani ed al naso. Poco dopo l'ingresso nell'istituto ha avuto un accesso di convulsioni toniche alla metà sinistra del corpo, preceduto da grida; ha stipsi ostinata; rifiuta di mangiare per cui si deve alimentare forzatamente. L'esame del sistema nervoso non è possibile per le condizioni del paziente.

Dopo la sua accettazione nel manicomio, le condizioni generali dell'infermo, che dapprima sembravano migliorate, andarono rapidamente aggravandosi, finchè al 1° maggio a ore 23,30 ne avvenne la morte sotto i fenomeni di esaurimento.

Autopsia, praticata il 2 maggio, circa 16 ore dalla morte. — Atrofia e pigmentazione della pelle al dorso delle mani da pregresse dermatiti. Plagio-cefalia occipito-parietale sinistra. Nulla di anormale nella dura madre e nei seni; forte iperemia dei vasi meningei; liquido cefalo-rachidiano abbondante, limpido. Nel cervello iperemia generalizzata senza nessuna lesione a focolaio, nè fatti di ateromasia; idrope dei ventricoli laterali. Nessuna alterazione apprezzabile nel midollo spinale.

Cuore e pericardio normali; nessuna traccia di ateromasia nei grossi vasi.

Edema polmonare dal lato sinistro; antiche aderenze pleuriche e deposizione di osteofiti dal lato destro.

Tumore cronico di milza con perisplenite adesiva.

Iperemia passiva e degenerazione grassa del fegato.

Reni: degenerazione grassa della sostanza corticale, iperemia della midollare.

Stomaco: leggero catarro con ectasie venose.

Intestino: atrofia di tutta la mucosa, specialmente del tenue, ectasie venose. In qualche punto dell'intestino la parete è estremamente sottile; le placche del Peyer sono pochissimo appariscenti ed in alcuni punti sembrano del tutto scomparse.

Nella vescica e negli organi genitali nessuna alterazione degna di nota.

Pezzi dei varî organi vengono per lo studio istologico fissati in formol 10 % ed in sublimato acetico.

Per le ricerche batteriologiche si fanno colture coi seguenti materiali:

1. *Sangue*, preso dal *vivo* dalla vena mediana del braccio il 30 aprile mattina, ossia 36 ore prima della morte.
2. *Sangue*, preso dal cuore del *cadavere*.
3. *Cervello*, regione frontale, parietale e occipitale.
4. *Liquido cefalo-rachidiano.*
5. *Milza.*
6. *Fegato.*
7. *Pancreas.*
8. *Reni.*

Da tutto questo materiale si ottenne lo sviluppo dello stesso germe; in coltura pura dal sangue preso dal vivo e dal cadavere, e dagli innesti fatti colla milza, col fegato, col cervello (reg. frontale e parietale); in coltura impura, per scarse colonie di un cocco giallognolo dell'aria, nei tubi seminati col rene, colla porzione occipitale del cervello, col liquido cefalo-rachidiano; in coltura impura, per presenza di poche colonie dello stesso cocco e per alcune del coli, nelle seminagioni fatte col pancreas.

In questa, come nella osservazione 1ª, mai si ebbe nelle varie colture sviluppo di qualsiasi specie di muffa.

Caratteri morfologici. — In generale i caratteri microscopici del germe isolato allo stato di purezza erano in questo caso perfettamente eguali a quelli dei due casi precedenti; solo che qui avemmo occasione di metterli meglio in luce e seguirli più da vicino in tutte le fasi evolutive ed involutive del germe stesso.

Dobbiamo far notare, anzitutto, che questo microrganismo presenta una grandissima polimorfia di sviluppo, la quale si manifesta, tanto negli elementi isolati, quanto in quelli riuniti a catena, per cui è solamente col seguirne tutte le trasformazioni che si può fissare la sua forma fondamentale e classificarlo fra i bacilli, e più propriamente fra i bacilli con disposizione a catena (streptobacilli).

Forme isolate — Fra queste si rinvengono elementi rotondi come cocchi, forme rotonde divise in mezzo da una linea chiara coll'aspetto dei gonococchi, forme ovoidali con gli estremi piuttosto appuntati, forme di diplococchi con gli estremi liberi a fiamma di candela simili ai diplococchi del Fränkel, forme a bozzolo con gli estremi arrotondati, la sostanza colorante portata ai poli e con leggero strozzamento mediano, finalmente forme decisamente bacillari, rappresentate da sottili e corti bacilli con

estremi arrotondati, alcune volte con rigonfiamento terminale da uno o da ambidue i lati; rigonfiamento che tiene più fortemente il colore e che dà al bacillo l'aspetto di un piccolo chiodo o di un piccolo manubrio (tav. I. figg. 1, 2, 3).

Tutte queste figure, che riconoscono la loro ragione nella rapidità maggiore o minore con la quale avviene la divisione della forma elementare, primitiva, si comprendono abbastanza bene quando si seguano le varie fasi di sviluppo del germe.

Così, se la divisione colpisce il germe ancora nella sua forma sferica, allora vengono fuori figure a gonococco; se tale divisione avviene più tardi, quando le forme di cocco si sono già trasformate in elementi ovoidali con estremi appuntati, allora per lo strozzamento mediano si producono diplococchi simili a quelli del Fränkel e solo un poco più piccoli di questi; finalmente se la divisione è ancora più tardiva, allora appariscono forme decisamente bacillari, di cui alcune per un leggero strozzamento centrale e per lo spostamento della sostanza colorante verso i poli acquistano la figura di bozzolo.

Le figure a chiodo od a manubrio (tav. I, figg. 1, 3), che si riscontrano solo in scarso numero, sembrano essere forme anormali od involutive.

La frequenza delle varie forme descritte sta in rapporto, da un lato con le diverse fasi di sviluppo della coltura, dall'altro con i mezzi di nutrizione usati.

Così, nelle colture molto giovani, predominano le forme a cocco e le forme ovoidali, con le rispettive divisioni a gonococco, o a diplococco simile al diplococco del Fränkel; invece, quando la coltura è completamente sviluppata, allora predominano le figure più allungate, decisamente bacillari, di cui alcune hanno uno strozzamento centrale e la sostanza colorante portata ai poli.

Egualmente, nei mezzi di nutrizione liquidi e nel sangue, predominano le forme rotonde, ovolari o a diplococco lanceolato, mentre nei substrati solidi (blut-agar) hanno il predominio le figure distintamente bacillari.

Studiata così la forma elementare del germe e vedute le variazioni di aspetto che questo può assumere nelle diverse fasi di sviluppo, riesce facile d'intendere quello che accade quando tali elementi si riuniscono in catena.

Forme riunite a catena. — Diremo per prima che tali catene sono di varia lunghezza (più lunghe nel brodo, più corte nel sangue); che sono ondulose, circonvolute, ramose, talora riunite in grossi accumuli con intreccio così stretto delle catene che li costituiscono, da determinare dei veri ammassi di elementi, simili per la forma e disposizione agli stafilococchi (tav. I, fig. 4).

Queste catene raramente sono formate da elementi rotondi, ed allora assumono tutto l'aspetto degli streptococchi (tav. I, fig. 7); più spesso la forma di streptococco è solo apparente, perchè un più attento esame arriva a dimostrare che quelli i quali appariscono come cocchi, e che hanno di questi un contorno meno netto, più sfumato, non rappresentano effettivamente che la sostanza colorante di un corto bacillo portata verso i poli e divisa da una linea chiara mediana (tav. I, fig. 8).

Così tali catene, anzichè da cocchi, sarebbero formate da corti bacilli con la sostanza colorante portata verso i poli e con una linea chiara mediana di divisione; per cui ogni catena non sarebbe costituita, come negli streptococchi, da tanti individui separati, ma bensì da tante coppie di elementi, di cui ciascuna coppia appartiene allo stesso individuo.

Questo spiega perchè spesso, quando tale separazione della sostanza colorante avviene in elementi poco allungati, la catena apparisca formata dalla riunione di diplococchi, simili nell'aspetto ai gonococchi, o si presenti costituita anche da elementi il cui diametro maggiore è normale a quello della catena e dal cui insieme risulta una disposizione ed un aspetto *che richiama alla mente quello degli anelli del tenia* (tav. I, fig. 8).

Invece, quando la divisione è meno tumultuosa, e colpisce individui già in fasi più avanzate di sviluppo, allora la catena stessa risulta formata da elementi più allungati, da veri bacilli, tanto con la sostanza colorante uniformemente ripartita, quanto con la sostanza colorante portata verso i poli e con leggero strozzamento centrale (tav. I, figg. 5, 6).

Per ultimo, nelle colture più vecchie, si trovano nelle catene forme d'involuzione, rappresentate dalla mancanza di colorabilità di alcuni anelli e da grosse gocce fortemente colorabili che si formano sul corso od agli estremi della catena (tav. I, fig. 9).

In conclusione, queste colture sono date da un bacillo libero o riunito in catena (streptobacillo), la cui forma e dimensione va da quella di un piccolo cocco appena allungato a quella di vere figure bacillari, il cui diametro longitudinale è 2-4 volte superiore a quello trasversale.

Caratteri biologici. — I bacilli descritti, tanto isolati quanto riuniti a coppie, sono discretamente mobili; e la loro mobilità si manifesta, non solamente con movimenti oscillatorî, ma anche con veri e proprî movimenti di traslazione.

Così, alla osservazione in goccia pendente, spesso si vedono bacilli affondarsi nel liquido e sparire dal campo del microscopio; ora invece si vedono incurvarsi, avvicinarsi al coprioggetti coi due poli rivolti verso l'ossorvatore, eseguendo movimenti oscillatorî e di traslazione simili a quelli che si rilevano esaminando, nelle stesse condizioni, il vibrione del colera.

Le corte catene di 6-8 elementi sono pure mobili, ma meno dei germi liberi. Per contro le lunghe catene sono immobili e animate solo da un leggero movimento oscillatorio che sembra comunicato dal liquido.

Colorazione. — I germi in parola si colorano presto e bene col bleu di metilene di Löffler, col violetto di metile, colla fucsina idro-alcoolica e colla fucsina di Ziel; resistono alla decolorazione col metodo Weigert, purchè non sia eccessivamente spinta (e più le forme giovani di quelle vecchie); non resistono affatto alla decolorazione col metodo Gram.

Caratteri colturali.

a) Sangue. — Il sangue, tanto preso dal malato, quanto raccolto dal cuore del cadavere, separa una grossa cotenna fibrinosa e, a differenza del sangue di uomo sano, diviene prontamente di un colore scuro simile a quello del sangue asfittico, od a quello che lo stesso sangue assume per la coltura dello pneumococco del Fränkel. Più tardi il colore rosso-scuro si diffonde al poco siero che si separa, che prende la densità e l'aspetto dello sciroppo di more, mentre il coagulo lentamente si discioglie. La coltura raggiunge il suo massimo sviluppo in due giorni.

Gli stessi caratteri conservano i successivi trapianti in sangue umano, o in sangue di coniglio, defibrinato o no. Si osserva solo che in questi trapianti lo sviluppo della

coltura è più pronto, essendo già al suo massimo dopo 24-36^h, e che il coagulo fluidifica sempre più lentamente fino a che, dopo alcuni passaggi, non fluidifica più.

Le colture sui *mezzi artificiali di nutrizione* hanno questo di particolare, che senza l'aggiunta di una traccia di sangue, tanto di uomo, quanto di coniglio, riescono sempre negative.

b) Brodo comune, con aggiunta di sangue o con innesti da cultura in sangue. Dopo 24^h intorbidamento uniforme per piccoli fiocchetti come quelli dello streptococco con ricco sedimento al fondo, che è tanto più abbondante quanto maggiore è la quantità di sangue aggiunto. Trascorse 48^h dall'innesto, la coltura è intieramente sedimentata ed il liquido del tutto rischiarato. Quando il sangue è separato nettamente dal brodo e raccolto nel fondo del tubo, si vede chiaramente che la coltura determina, prima una manifesta emolisi, poi una trasformazione del colore del sangue che da rosso-vivo assume una colorazione giallo-bruna. Tanto l'emolisi, quanto il cambiamento del colore, sono più rapidi nelle colture in brodo avute da innesti fatti direttamente da coltura in sangue: sono invece più lenti nelle successive generazioni in brodo-sangue.

In ogni caso le accennate trasformazioni del colore finiscono sempre per dare al sedimento della coltura, in modo più o meno sollecito, una tinta giallo-bruna.

Le colture in brodo divengono prontamente acide, come quelle dello pneumococco del Fränkel fatte nello stesso mezzo di nutrizione (brodo-sangue).

I trasporti in brodo comune di una prima generazione in brodo-sangue, rimangono del tutto sterili.

All'esame microscopico delle colture in sangue e in brodo-sangue, si vede che le catene e i gruppi di catene si dispongono attorno ai globuli rossi, come avviene nelle colture dello pneumococco del Fränkel fatte negli stessi terreni di nutrizione.

c) Brodo umano, ottenuto col semplice infuso di muscoli di uomo, presi da un arto amputato per lesione traumatica che aveva richiesto l'operazione immediata, e senza aggiunta di peptone e di sali; reazione neutra o debolissimamente alcalina.

Questo mezzo di nutrizione dà coltura più scarsa e fiocchi molto più piccoli della corrispondente coltura in brodo comune. Dopo 24^h il brodo apparisce appena intorbidato, dopo 48^h è di nuovo rischiarato e nel fondo del tubo si è formato uno scarso sedimento, bianco pulverulento, molto leggiero.

Anche nel brodo umano la reazione del mezzo diviene fortemente acida, peraltro l'acidità è meno forte di quella che si ha nel brodo comune di vitello.

Aumentando la reazione alcalina del brodo si peggiora, anzi che migliorare, la condizione di sviluppo del germe, che nasce sempre più stentatamente o non si sviluppa affatto.

Nel brodo di uomo, per quanto la coltura sia sempre molto scarsa, gli innesti, a differenza di quelli in brodo comune di vitello, riescono positivi anche nei successivi passaggi fatti regolarmente ogni 24^h; e noi abbiamo potuto seguirli fino alla 5^a gen., dopo la quale la prova non fu più continuata.

Peraltro, se tali trapianti in brodo umano, invece di farsi ogni giorno, si ripetono con qualche ritardo, allora il risultato riesce costantemente negativo.

d) Agar, con e senza aggiunta di glicerina; le colture riescono positive solo quando l'innesto viene fatto da coltura in sangue o si aggiunge un po' di sangue di

uomo o di coniglio al mezzo di nutrizione. In caso diverso, la coltura in agar semplice od in agar glicerinato si rende sempre più scarsa nel successivo trapianto, riducendosi nella 2ª gen. a due od a pochissime colonie, e rimanendo affatto sterile nella 3ª.

La coltura in agar-sangue (blut-agar) raggiunge il suo massimo sviluppo entro 24^h; a luce diretta si mostra costituita da tante piccole colonie puntiformi, biancastre, o bianco-grigiastre, mai confluenti, a contorno netto (tav. II, fig. 5); a luce riflessa apparisce formata da minutissime gocciolette, come piccole perle, disseminate sulla superficie dell'agar, trasparenti, abbastanza rilevate sul mezzo di nutrizione, a superficie secca, lucente. Solo negli innesti fatti direttamente dalle colture originali in sangue, forse per il trasporto di materiale più conveniente, la coltura si mostra assai più ricca, le singole colonie sono più accoste fra loro e appena distinte le une dalle altre sui bordi della coltura, in modo che questa apparisce nella massima parte come un velamento sottile, grigiastro, assai trasparente, a superficie lucida (tav. II, fig. 6); velamento, peraltro, che a luce riflessa risulta costituito da piccole gocciolette, accoste ma non mai fuse fra loro. Questo velamento, poi, si fa tanto più sottile ed a colonie tanto più distinte, quanto più negli innesti in agar da sangue originale ci si allontana dal momento in cui il materiale fu raccolto dall'uomo.

Anche innesti in agar da sangue di coniglio non defibrinato, proveniente direttamente dal sangue originale, dànno dei velamenti, ma così sottili che appena si arrivano a distinguere senza lente.

Invece, nelle colture in agar provenienti dalle successive generazioni in sangue di coniglio e di uomo, le colonie si fanno più discoste fra loro, tanto da non offrire più l'aspetto di un velamento, ma di una coltura più o meno riccamente disseminata alla superficie del mezzo di nutrizione. E questo tipo di coltura è quello che si può ottenere indefinitamente con la conservazione del virus, come facciamo, in sangue di coniglio, e con il successivo passaggio sull'agar della coltura in sangue.

Per converso, se il virus si conserva con semplici passaggi in agar-sangue, questi, anche se ripetuti ogni giorno, dànno colture sempre più scarse, in cui le colonie si fanno sempre più rade e trasparenti; ciò che si verifica anche in maggior proporzione se all'agar era stata aggiunta della glicerina. Deve quindi ritenersi che l'agar-sangue sia un mezzo meno adatto del sangue puro per la conservazione della coltura.

Finalmente, riguardo alla grossezza delle singole colonie in agar, noi abbiamo potuto osservare che quelle avute direttamente dai varî organi dell'uomo, specie se non troppo confluenti, sono assai più grosse e meno rilevate di quelle descritte, che si hanno dalle ordinarie colture in sangue o dai successivi passaggi in blut-agar; e che, per converso, quando la coltura sta per esaurirsi, perchè innestata sopra mezzi impropri, le colonie si fanno così piccole, così trasparenti, che non si vedono più ad occhio nudo.

Per ultimo deve rilevarsi che dopo lunga conservazione in sangue di coniglio (1 anno), la coltura nasce quasi esclusivamente sotto forma di catene con pochissimi elementi liberi aventi la figura dei diplococchi del Fränkel.

e) Gelatina, con peptone e zucchero. Nelle infissioni in gelatina alla temperatura di 25° C., il primo accenno di sviluppo della coltura si osserva dopo 48^h, sotto forma di una bandelletta grigiastra lungo la puntata, finamente punteggiata, a contorno irregolare.

A completo sviluppo, cioè dopo 8-10 giorni dall'innesto, si vede lungo l'infissione stessa un nastrino bianco-grigiastro, finamente punteggiato, con bordi rilevati, irregolari, per la maggiore grandezza e sporgenza delle colonie periferiche di fronte a quelle delle parti centrali della coltura (tav. II, figg. 7 e 8).

Nessuno sviluppo alla superficie della gelatina, nessuna fluidificazione o colorazione del mezzo, anche dopo lunghissima osservazione. Per contro, nelle colture invecchiate, le colonie delle parti più profonde, che sono ordinariamente più grosse e più distinte le une dalle altre, prendono una colorazione rossastra con tendenza al rosso-mattone.

Le colture in gelatina nascono solamente se innestate direttamente da sangue e non sono positive nei successivi trapianti; si sviluppano tanto meglio e tanto più sollecitamente quanto più vicina a quella originale, avuta dal vivo o dal cadavere, è la coltura che ha servito per l'innesto.

Invece, innesti fatti in gelatina da coltura in brodo-sangue od in agar-sangue, rimangono costantemente sterili. E sterile ancora rimane il trapianto fatto da sangue nella gelatina speciale che serve in questo Istituto per la coltura del b. del tetano.

f) Colonie in agar (blut-agar). — Dopo 24-48^h, a luce riflessa, le colonie appariscono rotonde, rilevate, grigio-giallognole, a contorno netto, con la parte centrale più scura, per la maggiore grossezza della colonia più che per un vero nucleo (tav. II, fig. 4). Così, quando si mette in fuoco la parte centrale, come è stato fatto nella figura che riportiamo, il contorno di dette colonie si presenta sottile, sfumato. Tali colonie sono sempre staccate; solo qua e là dove la confluenza è maggiore, se ne vedono alcune accoste o molto vicine fra loro, mai fuse insieme. Lasciata la coltura nel termostato le colonie non subiscono un ulteriore accrescimento nè successive trasformazioni.

A luce obliqua risulta in modo più evidente il rilievo delle colonie, che si presentano come piccole goccie, finamente granulose, di aspetto grigio-splendente, simili alle colonie dello pneumococco del Fränkel e del b. dell'influenza, delle quali ultime sono, peraltro, assai più grosse (tav. II C., fig. 1).

g) Colonie in gelatina, sviluppate alla temp. di 25° C. — Dopo 48^h ad occhio nudo si vedono nella piatta dei punticini come grani di polvere appena rilevabili, che al microscopio appariscono quali coloniette rotonde, fortemente granulose, di un colore giallognolo assai chiaro, a contorni netti, e simili nell'aspetto ai globuli bianchi. Più tardi raggiungono dimensioni maggiori, e si presentano allora come piccole colonie rotonde, a contorno netto, di colore grigio-giallognolo, a contenuto fortemente granuloso e con uno o due corpiccioli sferici nell'interno, nettamente contornati, di colore giallo-bruno; corpiccioli che, ora sono situati proprio nel mezzo della colonia, ora un poco di lato (tav. II, fig. 2). Questi corpiccioli, che occupano circa $^1/_{10}$-$^1/_{20}$^{mo} dell'intiera colonia, dànno a questa le apparenze di una cellula fornita del relativo nucleo.

A maturazione completa le colonie divengono ancora un poco più grandi; il nucleo centrale, che si conserva di un colore più bruno delle parti rimanenti, ha perso il contorno netto ed ha invaso buona parte della colonia (circa i $^2/_3$), la quale conserva il suo limite regolare, il contenuto grigio-giallognolo fortemente granuloso, nel quale il nucleo in parola passa per gradi quasi insensibili (tav. II, fig. 3).

Vitalità delle colture. — Le colture in sangue sono quelle che hanno mostrata maggiore vitalità. La coltura in sangue originale, anche dopo 3 mesi, dà trapianti in agar molto ricchi; nelle stesse condizioni le generazioni successive in sangue di coniglio, defibrinato o no, sviluppano colture assai abbondanti fino a 40 giorni dall'innesto.

Invece, le colture in blut-agar, dopo 6 giorni dànno nello stesso mezzo un trapianto molto scarso, assai più scarso di quello da cui derivano; dopo 7 giorni solo qualche colonia piccolissima, e così trasparente, che appena si vede ad occhio nudo; dopo 8-10 giorni più nulla.

Le colture in brodo comune si esauriscono anche più presto delle precedenti.

Potere patogeno.

a) *Topolino* (mus musculus albinus). — L'iniezione sottocutanea di $^1/_4$ di coltura in blut-agar ripresa con acqua, proveniente da 1ª gen. in sangue di coniglio innestata col materiale originale (sangue) o da un passaggio di questo attraverso il coniglio, uccide in 1-4 giorni. Localmente si nota essudato gelatinoso senza emorragie, un poco più denso, quasi puriforme, nei casi più lenti; milza ingrossata e scura; gli altri visceri apparentemente normali. All'esame diretto dell'essudato sottocutaneo si vedono germi in grande quantità, piccolissimi, assai più piccoli di quelli della coltura da cui derivano, quasi puntiformi, riuniti di solito in grossi ammassi; i pochi elementi liberi sono disposti a coppie ed hanno la forma e tutto l'aspetto del diplococco del Fränkel.

Nel sangue si nota pure qualche germe libero, ma così piccolo che appena può distinguersi.

Colture positive si ottengono dall'essudato sottocutaneo e dal sangue preso dal cuore, più ricche dal primo che dal secondo, dal quale si hanno appena 5-6 colonie per tubo.

b) *Coniglio.* Sottocutanea. — Iniezione di $^1/_4$ di coltura in blut-agar da sangue originale determina solo un aumento pronto ma transitorio della temperatura, che in 5-6^h sale da 39,6 a 41,2° C.; più una discreta infiltrazione locale, la quale termina con una produzione di un nodulo grosso come una nocciuola, a contenuto puriforme, di difficile risoluzione.

Endovenosa. — La stessa coltura iniettata direttamente in circolo produce aumento di temperatura di più lunga durata e dimagramento dell'animale, che in pochi giorni mostra una diminuzione di peso di oltre 200 gr.. Inoltre, al 5° giorno di esperimento, si manifesta una paresi al treno posteriore con contrattura spastica di uno dei due arti; paralisi spatica che al 15° giorno si è diffusa ad ambedue gli arti posteriori, tanto che l'animale per camminare è costretto a strisciare col treno posteriore sul terreno. Contemporaneamente si avverte atrofia della parte paralizzata e caduta del pelo a fiocchi.

Subdurale. — Iniezione sotto la duramadre fatta con blut-agar proveniente da coltura originale (sangue, rene), come quelle iniezioni eseguite con blut-agar avuto da un primo passaggio in sangue di coniglio, tutte, fino alla 6ª gen. nello stesso mezzo nutritivo, uccidono costantemente, alla dose di $^1/_8$ dell'intera coltura, in un tempo che va da 1 a 3 giorni.

Anche qui si osserva che, quanto più ci si allontana dal momento in cui il materiale originale fu raccolto dall'uomo, quanto maggiore è il numero dei passaggi sull'agar che la stessa coltura ha subìti, tanto meno gravi sono i fenomeni che si determinano nell'animale, tanto più lungo è il tempo necessario per produrre la morte.

Così, una prima generazione in blut-agar di 24^h avuta direttamente dal sangue preso dal malato, ma ottenuta da questo sangue dopo 15 giorni che era stato raccolto, uccide per iniezione subdurale in meno di 24^h, mentre una 2ª gen. in blut-agar di eguale età e derivante dallo stesso materiale, per quanto ottenuta con innesto praticato 5 giorni prima, uccide solo in un giorno e mezzo, ed in tre giorni e mezzo una 6ª gen., pure in blut-agar, avuta dalla coltura del rene dello stesso ammalato, vecchia di 17 giorni.

Innesti in blut-agar avuti da un 1° passaggio in sangue di coniglio, per breve tempo si comportano come quelli ottenuti dal materiale originale, e come questi uccidono rapidamente. (1-2 giorni).

Invece non determinano nessun disturbo, o solo leggieri fenomeni di malattia, le colture in brodo fatto con carne di uomo; egualmente quelle in blut-agar avuta da passaggi in sangue di uomo sano, od anche da passaggi fatti attraverso il corpo del coniglio, nel quale il virus ripreso dal sangue subisce una attenuazione piuttosto che un rinforzo.

I fenomeni presentati dagli animali furono sempre gli stessi; elevazione rapida della temperatura, diminuzione del peso del corpo, forte affanno, tremori generali, accompagnati nei casi molto acuti da un vero stato d'ambascia dell'animale, nistagmo, movimenti oscillatorî del capo, digrignamento dei denti, paresi del treno posteriore, unita spesso a spasmo di uno o di ambedue gli arti corrispondenti, da cui ne deriva una andatura a scatti simile a quella che si osserva nel coniglio rabbioso. L'affanno ed i tremori aumentano in seguito ad eccitazioni esterne. In ultimo si ha paralisi completa della metà del corpo, convulsioni generali con opistotono molto accentuato, e sotto una di queste convulsioni avviene la morte.

Una cosa da rilevare ancora si è, che questi animali, i quali abitualmente stanno nascosti nella parte più oscura della gabbia, cercano avidamente l'acqua nella quale rimangono a lungo con il muso e le zampe anteriori, e che negli ultimi momenti della vita sono costantemente bagnati in tutto il corpo, quasi fossero istintivamente attratti dall'acqua stessa o vi trovassero sollievo.

Anzi alcune volte si rinvengono gli animali morti, con la testa e con tutte le parti anteriori del corpo nella bacinella dell'acqua, come vi fossero annegati.

Alla sezione si riscontra iperemia delle meningi e del cervello dal lato operato, e, quando la morte non è stata troppo rapida, si osserva una piccola chiazza di essudato gelatinoso o puriforme, in corrispondenza del punto nel quale è stata praticata l'iniezione. Si nota poi aumento del liquido sottoaracnoideo e di quello dei ventricoli, che mostrasi un poco più torbido del normale; opacamento del pericardio con discreta quantità di liquido citrino nel suo interno; cuore fortemente disteso contenente sangue scuro, coagulato, o che coagula subito dopo raccolto, separando una grossa cotenna fibrinosa; polmoni talora disseminati da numerosi focolai emorragici, specie in corrispondenza dei loro bordi; intestino tenue fortemente iperemico, contenente

una discreta quantità di materie diarroiche; fegato variegato per chiazze giallognole di degenerazione grassa, che si alternano a chiazze scure, iperemiche; vescica enormemente distesa da orina. La milza, i reni, le capsule surrenali apparentemente normali.

L'esame microscopico lascia vedere numerosissimi germi nell'essudato corrispondente alla parte iniettata e nel liquido cefalo-rachidiano; nel primo in forma di diplococchi e di catenelle, tanto liberi quanto racchiusi entro i globuli bianchi.

Il sangue dà risultato negativo all'esame diretto ed in coltura fatta per strisciamento sull'agar con scarsa quantità di materiale (una öse); invece lo stesso sangue raccolto dal cuore e dalla cava ascendente, nella quantità di 2-3 cc.^{3}, sviluppa costantemente una coltura positiva.

Peraltro le colture che si ottengono dal sangue sono sempre meno ricche e meno attive di quelle che si hanno dal cervello.

c) *Cavia.* — In questo animale la iniezione sottocutanea od intraperitoneale di una prima generazione in blut-agar (1ª-2ª) avuta direttamente dal materiale originale, nella quantità di $^1/_3$ - $^3/_8$ della intiera coltura ripresa con acqua salata, determina fenomeni lenti di malattia e la morte in un tempo molto lungo (46-48-52 giorni).

I fenomeni presentati dagli animali sono: arrossamento e leggiera tumefazione nel punto iniettato, quando l'iniezione è fatta sotto la pelle; dimagrimento dell'animale fino allo stato di un vero marasma; torpore di qualsiasi movimento, spontaneo o provocato; pelo arruffato; affanno e diarrea; tremori generalizzati.

Più tardi si determina una vera incoordinazione dei movimenti con retrazione manifesta degli arti posteriori, per la quale si verifica una speciale andatura a scatti. Finalmente alcune volte, negli ultimi momenti della vita, si osservano fatti trofici agli occhi (cheratite purulenta, blefarite crostosa bilaterale).

Alla sezione si notano emorragie diffuse nel connettivo sottocutaneo e intermuscolare, che talora si estendono dal punto della iniezione (dorso) a punti molto lontani (scapole, radici degli arti anteriori); pericardio opacato ed ingrossato; cervello, fegato, milza, reni, capsule surrenali apparentemente normali; emorragie nelle pareti della vescica.

Importante poi è il reperto dell'intestino, che si mostra atrofico, di colore ardesiaco, per emorragie pregresse, di cui le più recenti sono a piccoli focolai e facilmente rilevabili; emorragie si hanno ancora nel duodeno e nel piloro; il contenuto intestinale è liquido e poco abbondante.

L'esame microscopico e culturale dànno risultato negativo, tanto in loco, quanto nel sangue e negli organi. Sembra, quindi, che in questi casi la malattia sia data da lenta intossicazione, e sia, perciò, maggiormente paragonabile a quella che si osserva nell'uomo; intossicazione che colpisce ad un tempo il sistema nervoso, l'intestino, la pareti vasali, con particolare elezione dei vasi della pelle, dei muscoli, del tubo gastro-intestinale, delle vescica.

Reperto microscopico. — In questa osservazione (Mazzini) noi avvemmo anche l'opportunità di confermare i risultati batteriologici riportati, con l'esame microscopico dei pezzi raccolti dal cadavere; esame che riportiamo qui per quanto si riferisce alla presenza dei germi nei varî organi, senza fermarci su ciò che può ri-

guardare le varie alterazioni minute da questi presentate, che del resto non offrivano particolare interesse, rientrando intieramente nelle alterazioni comuni già descritte in questa malattia.

E per prima rivolgemmo l'attenzione al sistema nervoso centrale, come quello che dal complesso dei fatti ci sembrò essere maggiormente indiziato.

Nei preparati colorati con litio-carminio per il fondo, e col metodo Weigert-Gram per i parassiti, si nota per prima una forte congestione nei vasi della piamadre cerebrale, ed attorno ad essi una scarsa infiltrazione di globuli bianchi insieme a qualche globulo rosso; gli stessi elementi si osservano in mezzo ad un detrito granulare negli spazi sottoaracnoidei circostanti, che si mostrano un poco ingranditi. Tanto nelle maglie della piamadre, quanto nel leggero essudato che occupa lo spazio sottoaracnoideo, si riscontrano dei germi eguali per forma, disposizione e dimensioni a quelli isolati con la coltura; germi che si trovano di preferenza in vicinanza dei vasi, sia riuniti in piccoli gruppi, sia irregolarmente sparsi in mezzo al tessuto della pia o nell'essudato sottoaracnoidale (tav. III, fig. 2).

Tali germi poi arrivano fino alla superficie del cervello che interessano solamente nei suoi strati più superficiali.

Nelle regioni profonde dell'encefalo (talamo ottico) si vedono dei fatti anche di maggiore interesse. Si nota, invero, che le vene di questa parte sono fortemente dilatate e che nell'interno contengono frequentemente, in mezzo al sangue, ammassi di germi coi caratteri descritti (tav. III, fig. 4); nelle vene più superficiali che stanno proprio in vicinanza dell'epitelio di rivestimento, si osserva, inoltre, che lo spazio linfatico perivascolare è spesso fortemente aumentato per la raccolta di un liquido trasparente, che spinge e comprime da un lato il vaso circostante. In ultimo, esagerandosi questo fatto, si arriva fino alla formazione di piccole cavità cistiche in mezzo alla sostanza cerebrale; cavità che contengono nel loro interno un ammasso granulare con globuli bianchi e qualche globulo rosso e con resti di tessuto cerebrale, senza che si riesca più a vedere il vaso attorno al quale si sono formate. Finalmente, alcune di tali cavità cistiche finiscono per usurare il tessuto superficiale soprastante ad a farsi strada nella cavità ventricolare, riversandovi il loro contenuto in cui si vedono gli stessi germi riscontrati nei vasi (tav. III, fig. 4).

Nella sostanza cerebrale, fuorchè alla superficie della corteccia, non si sono mai ritrovati i microrganismi in parola meno che entro i vasi (tav. III, fig. 3); vi si notano poi le solite alterazioni anatomiche comuni, cioè infiltrazioni leucocitarie, tanto attorno ai vasi, quanto attorno alle cellule nervose.

Nel midollo spinale si rilevano gli stessi fatti notati nel cervello; cioè presenza di germi nell'interno dei vasi della pia che alcune volte occludono completamente (tav. III, fig. 1); infiltrazione degli stessi germi nelle maglie di essa membrana e nello spazio aracnoideo circostante, dove si nota uno scarso essudato; arresto dei germi in parola alla superficie della sostanza bianca entro la quale non penetrano mai.

All'infuori del sistema nervoso centrale, la milza solamente dette reperto positivo nei riguardi batterioscopici; negli altri organi ricordati si riscontrarono esclusivamente le note alterazioni istologiche delle forme gravi di pellagra.

Nella milza, oltre alle solite lesioni caratteristiche del tumore cronico (splenite cronica indurante, persplenite) si scorgono nella polpa rari accumuli di germi, identici a quelli del cervello; germi che da questi ammassi si spargono e s' infiltrano per breve tratto nel tessuto circostante (tav. III, fig. 9).

Ma quello che in tali ricerche offre maggior interesse, è senza dubbio la dimostrazione della presenza nell' intestino degli stessi germi riscontrati nel cervello e nella milza e coltivati dai vari organi.

Infatti le sezioni microscopiche dell' intestino (tenue), oltre alla solita atrofia della mucosa, all'estesa caduta dell'epitelio di rivestimento ed alla necrosi di alcuni villi, che male si colorano col carminio o sono andati perduti, lasciano vedere, accanto a germi banali, una grandissima quantità di piccoli batterî a forma di diplococchi simili ai diplococchi del Fränkel; e tanto isolati quanto riuniti in ammassi o disposti in catena (tav. III, figg. 5, 6, 7, 8).

Questi germi, che in alcune parti sono in numero predominante, e che per forma, disposizione e grandezza somigliano perfettamente a quelli descritti, si osservano, non solamente alla superficie dell' intestino, ma invadono anche le glandole tubulari, accumulandosi specialmente nel fondo di esse ed interessando da ogni lato il loro epitelio, tanto da ritrovarsi facilmente fra questo e la sottostante mucosa (tav. III, fig. 7).

Inoltre i germi in parola si rinvengono, pure in buon numero, nella mucosa, dove più qua e più là formano ammassi o infiltrazioni, e tanto nel tessuto mucoso dei villi, quanto in quello della parete (tav. III, figg. 5 e 7); finalmente in alcune parti essi arrivano anche nel tessuto sottomucoso nel quale formano dei cordoncini che alloggiano negli spazi compresi fra i fasci delle fibre di cui seguono la direzione (Tav. III, fig. 8).

Per ultimo, non è fuori di luogo ricordare che nelle numerose sezioni microscopiche fatte dai vari organi, mai si riscontrarono spore di muffe.

In rapporto a quanto è stato osservato nell' uomo, è opportuno riportare qui quello che fu da noi rilevato colla osservazione microscopica nel cervello del coniglio iniettato sotto la duramadre colla coltura isolata dalla precedente osservazione; ciò, oltre a confermare l'azione elettiva del germe per alcune parti del sistema nervoso, varrà anche a rendere più stretta l'analogia fra quanto avviene naturalmente, nelle forme acutissime di pellagra, e quanto si può sperimentalmente provocare negli animali nelle forme altrettanto gravi e rapidamente mortali.

Le sezioni del cervello di conigli operati nel modo indicato e morti in 1-3 giorni, ci dimostrano, infatti, che la coltura iniettata esercita un'azione necrotizzante nel cervello, corrispondente al punto della praticata iniezione (tav. IV, figg. 13-14); e che in questa zona, come nella piamadre circostante, che si mostra fortemente congesta ed infiltrata di globuli bianchi, si vedono disseminati e raccolti in cumuli i germi in questione, proprio come avviene nell'uomo (tav. IV, figg. 14-16).

Si trova, inoltre, che gli stessi germi aggrediscono anche la parete dei ventricoli, il cui epitelio di rivestimento è intieramente caduto e sostituito da un essudato ricco di globuli bianchi, nel quale i microrganismi in parola hanno una prevalente disposizione a catena e formano dei grossi accumuli (tav. IV, fig. 15).

Dunque nel coniglio, come nell'uomo, il germe isolato dimostra un'azione elettiva per il cervello, e specialmente per le sue meningi sottili e per le sue cavità interne. Ciò equivale a dire che esso trova favorevoli condizioni di sviluppo nel liquido cefalo-rachidiano.

2ª Serie. **Forme subacute terminate egualmente colla morte** (frenosi pellagrosa). — Di questa serie noi avemmo occasione di esaminare due casi solamente.

Osservazione 1ª, che dobbiamo egualmente alla cortesia del prof. Tambroni direttore del Manicomio di Ferrara.

Storia clinica. — Questa osservazione riguarda certo Chendi Antonio di anni 48, nato a Gradizza Comune di Copparo, ammogliato con figli, bracciante, illetterato. Nessuno nella famiglia del malato fu alienato di mente, nè ebbe malattie nervose.

Il Chendi è di carattere cupo e violento nello stesso tempo, ha intelligenza ottusa, mancanza assoluta di qualsiasi educazione, si occupa di lavori di campagna piuttosto faticosi, si nutre principalmente di polenta, beve sempre acqua ed anche questa poco buona.

Il malato è di costituzione organica piuttosto robusta, per quanto dimori in pianura umida ed in abitazione malsana; non ha mai sofferto malattia d'importanza tranne l'intossicazione maidica che l'affligge da molto tempo e per la quale fu per quattro volte ricoverato nel Manicomio di Ferrara, e sempre con fenomeni di frenosi pellagrosa.

L'ultima di queste fu allontanato da casa perchè colpito di nuovo da uno stato maniaco con tendenza ad offendere la moglie, i figli e gli abitanti della stessa casa. Entrò nel manicomio il 30 aprile 1904.

All'esame del paziente si rileva un leggero stato confusionale, che si manifesta più che altro come uno smarrimento e con fenomeni di depressione; non vi sono allucinazioni, ma il malato ricorda di averle avute a casa. L'ideazione e l'attenzione sono buone; invece è frammentaria la memoria del periodo acuto della malattia; ricorda vagamente di essere stato in famiglia assai disordinato, di avere spesso cantato lungamente senza ragione, di aver sofferto vertigini e senso di mancamento; nega di aver tentato il suicidio e di aver tentato atti di violenza contro gli altri; umore un po' depresso; sentimenti morali in genere buoni.

Il paziente ha coscienza della sua personalità e della sua malattia; è orientato.

La cute è sottile con scarso pannicolo adiposo; quella del naso e di parte delle guance è rossa e con ricca desquamazione; quella delle mani è rossa lucida, tesa, dolente per la presenza di eritema pustoloso. Sensibilità normali; la dolorifica esagerata al dorso delle mani ed alla faccia; tutti i movimenti sono possibili; il reflesso patellare è esagerato, sono torpidi gli altri.

Durante la sua degenza nel manicomio ebbe dapprima un notevole miglioramento, mostrandosi sempre depresso ma meno confuso.

Il 12 maggio si manifestò diarrea abbondante e liquidissima, con temperatura febbrile di 39,5, seguita da forte ipotermia (34,5) che mise in pericolo la vita del paziente. Ma, in seguito a cura adeguata, tale pericolo fu scongiurato ed il malato tornò nelle condizioni di prima, avviandosi gradatamente alla guarigione, tanto che il 24 maggio si fece alzare da letto.

Nel mese di giugno, peraltro, il Chendi tornò nuovamente ad aggravarsi, mostrandosi fisicamente sconvolto, debole, assai confuso di mente.

Il 26 giugno a sera, mentre il paziente stava bevendo alla fonte, improvvisamente cadde riverso, con leggera cianosi al volto e con lingua ingrossata, aderente al palato.

La morte fu istantanea ed avvenne per paralisi cardiaca.

Reperto necroscopico. — Oltre alle solite lesioni dell'intestino (ecchimosi del duodeno e del tenue, atrofia della mucosa, contenuto diarroico con fiocchi di muco) e ad un leggero catarro bronchiale del lato destro, si trova abbondante emorragia subdurale in corrispondenza della regione occipito-parietale sinistra, della estensione di 6-7 cq.; parte del sangue era ancora fluida, ed alla sezione ne fluisce una buona quantità, presso a poco 50 cc.^{3} Tale emorragia fu indubbiamente la causa immediata della morte. Tutti gli altri visceri apparentemente normali.

Esame batteriologico. — Questo dimostrò germi in coltura pura nel sangue preso dal cadavere, del tutto eguali nella forma e nelle dimensioni a quelli dei casi appartenenti alla serie precedente; gli stessi germi, ma misti ad impurità banali, si riscontrarono nelle colture del cervello, del liquido cefalo-rachidiano, della milza, dei reni, del fegato.

Nelle successive colture ottenute dal sangue originale, come in quelle purificate avute dagli organi (fegato), tali germi apparivano, infatti, sotto forma di diplococchi simili a quelli del Fränkel, talora riuniti a piccoli gruppi od a corte catene, nelle quali qualche volta si vedeva la particolare disposizione trasversale degli elementi a forma di tenia.

Come negli altri casi studiati nella serie precedente, le colonie nascono bene in sangue di coniglio od in agar-sangue, ed in questi terreni di nutrizione mantengono a lungo la loro vitalità. Invece nei mezzi ordinarî di nutrizione i trapianti nascono scarsamente e presto si esauriscono.

Le colture in questione si distinguono poi da quelle dei casi acutissimi, perchè gli innesti in agar da colture in sangue formano un velamento molle, lucido, bianco-grigiastro, abbastanza grosso, anzi che la solita coltura delicata, coll'aspetto di goccie di rugiada; perchè quelli in brodo, che prontamente acidifica, determinano un leggiero intorbidamento biancastro, uniforme, che ha poca tendenza a sedimentare; finalmente perchè nelle piatte in gelatina si osservano piccole colonie rotonde, giallo-brune, a contorno netto, fortemente granulose, ma senza nucleo nel loro interno.

Tanto le colture in sangue quanto quelle in blut-agar, sono bene sopportate dagli animali; solo quando s'iniettano in discreta quantità sotto la duramadre del coniglio qualche volta uccidono, ma assai lentamente e dopo aver determinato febbre ed i soliti fenomeni paralitici.

L'esame microscopico degli organi raccolti dal cadavere del Chendi riuscì negativo per la presenza di germi, cervello compreso.

Osservazione 2ª. — Questa riguarda certa Parpaiola Maria, ricoverata nell'Ospedale civile di Padova per pellagra cronica, e morta in seguito a frenosi pellagrosa a forma subacuta. Di questa ammalata, della quale ci fu impossibile conoscere la storia clinica particolareggiata, potemmo avere per la gentilezza di un collega

qualche centimetro cubico di liquido cefalo-rachidiano raccolto dal cadavere, pezzi di cervello e d'intestino immersi in alcool assoluto.

Anche in questo caso si ebbe dal liquido cefalo-rachidino un germe in coltura pura del tutto simile a quello del caso precedente, tanto per l'aspetto microscopico, quanto per le proprietà colturali; quindi con le stesse differenze notate coi casi acutissimi per riguardo alle colture in blut-agar, in brodo ed alle piatte in gelatina.

Anche per l'azione patogena si ebbero con questa coltura gli stessi risultati avuti con quelle del Chendi.

In questo caso, peraltro, potemmo confermare il reperto batteriologico con l'esame microscopico dei pezzi anatomici messi a nostra disposizione.

Infatti, all'esame del cervello, si osservano germi eguali a quelli notati con la coltura nello scarso essudato sotto-aracnoideo, nella piamadre e nella parte più superficiale della corteccia cerebrale (tav. I, fig. 10).

Tali germi, poi, sono assai più scarsi di quelli trovati nel 3° caso della 1ª serie, riscontrandosi solo la loro presenza in un numero limitato di sezioni, e quando nello spazio sotto-aracnoideo si hanno come dei fiocchetti formati da globuli rossi, da qualche globulo bianco e da un detrito granulare.

Pure in questo caso, come in quello più largamente studiato (Mazzini), il reperto microscopico del cervello trovò il suo riscontro in quello dell'intestino, nel quale si potevano vedere gli stessi microrganismi raccolti in grossi ammassi, tanto alla superficie della mucosa, quanto nell'interno delle glandule tubulari (Tav. IV, fig. 11). La differenza fra i due casi stava solo in questo, che qui le lesioni istologiche erano meno gravi; la infiltrazione dei germi nel tessuto si limitava esclusivamente alla mucosa dei villi, e mancava del tutto nel tessuto della sottomucosa.

3ª **serie. Forme croniche.** — In questa serie furono esaminati n. 9 ammalati, aspirando il sangue dalla vena della piegatura del braccio nella quantità di 5 cm.^{3} circa, e lasciandolo alcuni giorni nel termostato a 37° C. prima di fare trapianti nei substrati ordinarî di nutrizione od in sangue di coniglio.

In alcuni casi, dopo separato il siero, questo veniva aspirato e sostituito con brodo ordinario o con sangue defibrinato di coniglio, per facilitare lo sviluppo dei germi che il materiale raccolto eventualmente potesse contenere.

Come soggetti di studio scegliemmo sempre ammalati che presentassero ben manifesti i fenomeni classici della malattia, i quali, fatta solo eccezione per il n. 3 (Sangion), duravano da molto tempo, con le solite oscillazioni di miglioramento e di recidiva [1].

Insieme all'esame batteriologico, facevamo col sangue raccolto anche l'esame microscopico, distendendolo e disseccandolo sul portaoggetti appena estratto dalla vena e colorandolo più tardi col metodo di May-Grünwald [2]; in qualche caso si è tenuto conto pure del numero dei globuli rossi ed è stato ricercato il potere emolitico del siero.

Nel quadro seguente sono riportati tutti i dati che si sono potuti raccogliere relativi a ciascun ammalato, ed i risultati ottenuti, tanto con l'esame microscopico del sangue, quanto con la sua coltura.

(1) Per tali osservazioni siamo grati al dott. Caldana, direttore sanitario del Pellagrosario di Mogliano-Veneto, che ci piace di ringraziare pubblicamente.

(2) May-Grünwald, *Deut. Archiv. f. Klin. Medicin*, Bd. LXXIX, 1904.

N. d'ordine	Nome del paziente	Residenza	Durata della malattia	Diagnosi clinica	Giorno della presa di sangue	Risultato dell'esame microscopico	Risultati culturali	
							Colt. naturale	Colt. in sangue
1	Giacometti Maddalena. . anni 41	Ospedale civ. di Cittadella	da parecchi anni	Pellagra cronica riacutizzata	7 marzo 1905	negativo	negativo	negativo
2	Manzi Barbara . . . . . . anni 57	Manicomio prov. Ferrara	da circa 5 anni	» »	9 aprile 1905	»	»	»
3	Sangion Antonio . . . . . anni 14	Pellagrosario Mogliano' ven.	da qualche mese	Pellagra subacuta	20 marzo 1904	»	»	»
4	Della Rovere Domenico anni 51	» »	da parecchi anni	Pellagra cronica riacutizzata	»	positivo	»	»
5	Ceccato . . . . anni 52	» »	da molti anni	» »	16 dicembre 1904	»	»	»
6	Costantini Antonio . . . anni 59	» »	»	» »	»	negativo	»	»
7	Delle Vedove Antonia . anni 40	» »	da parecchi anni	» »	2 giugno 1904	»	»	»
8	Castellani Francesco . . anni 60	Manicomio prov. Ferrara	da oltre due anni	Psicosi pellagrosa	26 aprile 1905	»	»	»
9	Venzo Eugenio . . . . . . anni 42	Ospedale civ. Bassano ven.	da parecchi anni	Enterite pellagrosa, psicosí pell.	30 settembr. 1904	»	»	

Dunque, in tutti gli ammalati di forme ordinarie di pellagra, la coltura del sangue raccolto dall'ammalato dette costantemente risultato negativo.

Nè più fortunati fummo con lo studio del sangue e degli organi di uno di questi ammalati, venuto a morte nell'ospedale di Bassano Veneto il 28 ottobre 1904, in seguito a profusissima diarrea sanguinolenta ed a profondo deperimento generale, perchè tutte le colture fatte (sangue, liquido-rachidiano, trasudato pleurico, cervello, fegato, milza, rene) rapidamente furono invase dal b. coli.

Quindi tale osservazione valse solo a rafforzarci nel concetto, che i casi di pellagra cronica i quali soccombono per profusa diarrea accompagnata a rapida e profonda denutrizione, poco si prestano per uno studio batteriologico, perchè, in causa delle gravi lesioni intestinali e della grande depressione dei fenomeni vitali, facilmente si determina, anche prima della morte, una invasione del coli in tutto l'organismo.

Riguardo agli altri esami fatti sullo stesso sangue raccolto dagli ammalati, dobbiamo dire che tali ricerche, oltre a confermare la considerevole diminuzione del numero dei globuli rossi e la esistenza nel siero di un discreto potere emolitico (in un caso dava emolisi quasi completa fino alla proporzione di 1 : 40), potemmo talora mettere in luce alcuni fatti sui quali è bene richiamare l'attenzione, anche per le considerazioni a cui possono dar luogo.

Così, all'esame microscopico del sangue, alcune volte, come nel caso n. 4 (Della Rovere), ci accadde di vedere entro i globuli bianchi 3-5 coppie di bacilli a fiamma di candela, a contorno ben netto, distintamente colorati e contornati da un alone chiaro a guisa di capsula (tav. IV, fig. 12).

Ma v'è di più; nei due casi nn. 4 e 5 (Della Rovere e Ceccato) ci fu dato osservare nel sangue raccolto dalla vena del braccio, dopo una permanenza di 2-3 giorni alla stufa, qualche germe libero; e questo, tanto nel coagulo, quanto nel siero, specie nel sedimento che in questo si forma dopo essere stato separato.

Tali germi il più spesso apparivano coll'aspetto di coppie lanceolate, ma se ne osservavano anche dei rotondi e perfino a forma decisamente bacillare; due volte si videro anche corte catene di 4-6 elementi appena.

Questi microrganismi, poi, erano sempre molto scarsi; ordinariamente bisognava scorrere varî preparati per poterne vedere qualcuno, anche perchè, invece di essere disseminati, di solito erano riuniti a piccoli gruppi.

In un periodo ulteriore della coltura gli stessi germi, anzichè aumentare, andavano diminuendo di numero fino a scomparire del tutto.

Anche in questi casi, nei quali dapprima avevamo nutrita qualche speranza, i successivi trapianti fatti in brodo, in agar od in sangue di coniglio, riuscirono del tutto sterili.

Intorno al significato dei germi in questione, noi pensiamo che essi si fossero resi liberi per il disfacimento dei globuli bianchi nei quali dapprima erano contenuti, ma che la loro moltiplicazione e la loro coltura in nuovi substrati di nutrizione non fosse affatto possibile, sia perchè già morti entro i globuli bianchi stessi, sia perchè uccisi per influenza del siero, appena messi in libertà, in seguito al disfacimento dei leucociti.

Conclusioni. Considerazioni.

Le nostre osservazioni dimostrano, anzitutto, che nelle forme gravi, rapidamente mortali di pellagra, si trova indubbiamente un germe speciale che abbiamo studiato nei suoi caratteri morfologici, colturali e nelle sue proprietà patogene.

La malattia può *essere intesa così come una vera e propria infezione specifica.*

Che esista, poi, un rapporto diretto fra il germe isolato e la forma morbosa indicata, questo ci è provato dal fatto che lo stesso microrganismo fu riscontrato in tre casi tipici di malattia (tifo, pellagroso, frenosi pellagrosa) senza complicazione alcuna; che gli stessi risultati furono ottenuti a grandissima distanza di tempo ed in località molto lontane fra loro (Reggio-Emilia, Imola, Ferrara).

Con ciò può quindi escludersi che le cose da noi osservate debbano ascriversi a complicazioni della malattia e che possano essere sospettate come pure e semplici accidentalità.

Questo germe in due casi si potè coltivare, allo stato di purezza, dal sangue raccolto dal malato o preso dal cadavere e dal liquido cefalo-rachidiano; in un caso, dove fu possibile uno studio più largo e più completo, se ne potè dimostrare la diffusione a tutti gli organi, cervello, milza, fegato, rene, pancreas. L'esame microscopico confermò la presenza degli stessi microrganismi nel sistema nervoso centrale, specialmente nella piamadre, negli spazî sotto-aracnoidei ed alla superficie dei ventricoli; inoltre dimostrò anche nell'intestino la presenza d'identiche forme batteriche, raccolte principalmente nel fondo delle glandole tubulari, aggruppate attorno agli epitelî glandulari e di rivestimento, ed infiltrate pure nella mucosa e nel tessuto sottomucoso.

Il concetto della specificità di questo germe è comprovato, non solo dalle sue particolarità, dalla corrispondenza perfetta nei varî casi delle sue caratteristiche morfologiche e colturali, ma ancora, e molto più validamente, dalla azione patogena che esso è capace di dispiegare negli animali da laboratorio.

Infatti, nella cavia si potè riprodurre una intossicazione cronica molto simile a quella della pellagra, e nel coniglio, con la iniezione subdurale delle stesse colture, si riuscì ad ottenere un quadro morboso gravissimo, del tutto paragonabile a quello del tifo pellagroso e della follia pellagrosa, a decorso acutissimo e rapidamente mortale.

Sempre, poi, fu evidente l'azione elettiva che esercitano i prodotti della coltura sul sistema nervoso centrale.

Del resto è facile a comprendere come l'esistenza di questo microrganismo possa essere andata finora sconosciuta, quando si pensa che esso si ritrova con tutte le sue proprietà caratteristiche solo nelle forme di pellagra che sono eccezionalmente favorevoli per questa ricerca, e quando si tenga il voluto conto del fatto che il germe in questione non nasce sugli ordinarî mezzi di nutrizione e che perde rapidamente fuori del corpo la sua azione patogena.

Anche nelle forme di pellagra più lente (frenosi pellagrosa), ma egualmente mortali, noi abbiamo isolato dal sangue, dal liquido cefalo-rachidiano e dagli organi

un microrganismo, che per i caratteri morfologici e per alcune proprietà colturali, si può dire identico a quello delle osservazioni precedenti; microrganismo che pure interessa di preferenza gli spazi sotto-aracnoidei, la piamadre e la parte più superficiale della corteccia cerebrale, come si è potuto dimostrare in un caso colla indagine microscopica.

È vero che i due germi, delle forme acutissime e di quelle subacute, si differenziano nettamente per alcuni caratteri batteriologici, soprattutto per l'aspetto delle colture in agar e delle colonie in gelatina; ma chi conosce le variazioni che alcuni germi subiscono nelle loro proprietà colturali in seguito alla sofferta attenuazione, come avviene ad es. per lo pneumococco del Fränkel, non stenterà a dare a questi fatti il loro giusto valore ed a riconoscere con noi l'identità di questi germi che nelle forme più lente sarebbero, peraltro, considerevolmente attenuati.

Ed una prova di questa attenuazione l'avemmo nella mancanza di una spiccata azione patogena delle colture ottenute dalle forme più lente, anche quando furono iniettate direttamente sotto la dura madre, cioè in contatto diretto di quella parte che più facilmente ne risente l'azione.

Assai più difficile, dal lato etiologico, riesce stabilire i rapporti di queste due forme di pellagra, più o meno rapidamente mortali, con quelle ordinarie che decorrono in modo cronico e che, come si sa, vanno soggette a frequenti e quasi periodiche riacutizzazioni; rapporto che implica la questione gravissima ed interessantissima se cioè i germi da noi coltivati siano proprî di alcune forme solamente, o rappresentino effettivamente la ragione di essere della pellagra in generale.

Logicamente e per dati di analogia si dovrebbe ammettere che le forme più lente di malattia siano determinate dalla stessa causa che origina le forme acute, più o meno rapidamente mortali, con la differenza che nel primo caso, in seguito alla attenuazione del germe o a particolare resistenza dell'organismo che ne impedisce la diffusione dalla primitiva localizzazione, si hanno effetti molto meno gravi ed assai meno rapidi.

Ma, per quanta cura abbiamo posto nello studio del sangue preso dalle vene del braccio di ammalati che presentavano bene spiccati i caratteristici fenomeni della pellagra (diarrea, eritema al dorso delle mani ed alla faccia, denutrizione, ottundimento della intelligenza), mai abbiamo potuto ottenere colture simili a quelle isolate dal malato e dal cadavere delle due serie precedenti.

È ben vero che in un caso siamo riusciti a vedere germi eguali a quelli ricordati entro un globulo bianco, mentre la coltura del rispettivo sangue rimaneva del tutto sterile; è ben vero che in due osservazioni la coltura del sangue raccolto dalla vena, con o senza aggiunta di brodo, ci ha mostrato molto fugacemente dei rarissimi germi liberi in forma di cocchi, di diplococchi e di bacilli, del tutto simili a quelli osservati nei casi rapidamente mortali; germi che sparivano di poi nei successivi esami e non ricomparivano più, per quanto il materiale da studio fosse tenuto lungamente nel termostato e nelle migliori condizioni. Ma questo, se non basta ancora a risolvere sicuramente un problema così importante come quello che ci siamo proposti, è per lo meno sufficiente ad ingenerare il sospetto che gli stessi germi, dimostrati indubbiamente nelle forme acute di pellagra, possano riscontrarsi anche nelle

forme più lente, che decorrono col quadro clinico ordinario, con la differenza che in questi casi vi sono condizioni particolari del sangue (fagociti, siero) che si appongono alla loro diffusione dall'intestino nell'organismo e rendono più difficile la dimostrazione della loro presenza.

Così, in questi casi, i pochi germi che passano dall'intestino nel sangue, sarebbero presi rapidamemente dai globuli bianchi, ed appena resi liberi per disfacimento di questi, sarebbero rapidamente uccisi e distrutti dal siero, quando la loro vitalità non si fosse già spenta per opera della fagocitosi.

Quindi, anche se in qualche favorevole occasione se ne può accertare la presenza, questa, per le ragioni dette, non può esser messa fuori di ogni contestazione con la coltura, tanto del sangue stesso preso dall'ammalato, quanto dei successivi trapianti fatti in adatti substrati di nutrizione (sangue di coniglio).

Questo concetto, poi, viene ad essere pienamente appoggiato da una osservazione che noi abbiamo potuto fare, cioè, che l'innesto della ricca coltura in sangue avuta da un caso di frenosi pellagrosa (Mazzini), fatto nel sangue di un malato di pellagra cronica previamente dimostrato sterile, ha completamente fallito, mentre riuscì positivo quello fatto sopra sangue di uomo sano e sopra sangue di coniglio.

Per cui sembrerebbe che nel sangue dei pellagrosi cronici si verificassero quelle condizioni che si verificano in altre infezioni dell'uomo (tifo, polmonite), nelle quali, per speciali resistenze che i germi incontrano nel siero, non è possibile ottenerne una coltura, se tali resistenze non sono tolte od almeno molto diminuite con una conveniente diluizione del sangue stesso negli ordinari substrati nutritivi.

E nella pellagra, data la lunghezza della malattia, data la lentezza della intossicazione, tali condizioni di resistenza del sangue devono essere anche più facili a stabilirsi, devono raggiungere un grado molto più elevato, in modo da rendere difficile di allontanarle e di ridurle al limite voluto con la diluizione fatta anche con materiali convenienti.

Secondo questo concetto, quindi, i casi di pellagra acutissimi si distinguerebbero da quelli cronici per questo, che nei primi si avrebbero condizioni del sangue, tanto iniziali, quanto sopraggiunte secondariamente, che si presterebbero alla moltiplicazione del germe specifico nel sangue ed al suo trasporto nel sistema nervoso centrale, dove troverebbe condizioni di sviluppo anche più adatte; mentre nei secondi la infezione rimarrebbe localizzata all'intestino e i pochi germi che passano nel sangue verrebbero rapidamente distrutti dalle valide resistenza opposte da questo (gl. bianchi, siero).

Così, nella forma acutissima, la presenza nei germi del sangue ed il loro passaggio nel liquido cefalo-rachidiano determinerebbe una intossicazione diretta, gravissima, del sistema nervoso centrale, che spiegherebbe i gravi fenomeni clinici che l'accompagnano e la rapidità della morte; invece nelle forme croniche passerebbe nel sangue solo il veleno che si produce nella coltura dell'intestino, il quale veleno, perciò, arriverebbe agli stessi centri nervosi dopo una fortissima diluizione subìta nell'organismo, e dopo aver soggiaciuto moltro probabilmente a profondi processi di scomposizione.

Si verificherebbe in altre parole la stessa differenza che si osserva fra le forme

fulminanti del colera, nelle quali, in seguito ad osservazioni di uno di noi (¹), fu dimostrata l'intossicazione diretta del sistema nervoso per la presenza nel sangue e nel liquido cefalo-rachidiano del vibrione del colera, e le forme più lente, in cui, come è noto, si verifica solamente una intossicazione indiretta degli stessi centri nervosi per opera di focolai infettivi, che rimangono esclusivamente localizzati all'intestino.

Con ulteriori ricerche rimane da determinare, se nel contenuto intestinale dei pellagrosi, scegliendo specialmente forme recenti in preda a grave riacutizzazione, si trovino gli stessi germi che noi abbiamo insegnato a cercare con lo studio delle forme acutissime; se e dove gli stessi germi si ritrovino fuori dell'organismo; finalmente se il mais può essere imputato nella patogenesi e nella diffusione della malattia, in quanto i germi specifici contenuti nelle materie diarroiche dei pellagrosi, che indifferentemente sono usati nella concimazione dei terreni, trovino facile attecchimento nel mais avariato.

E tutti questi problemi affidiamo all'esame dei colleghi che si trovano in condizioni più favorevoli delle nostre per questi studî.

Noi saremo ben lieti se avremo potuto insegnare la via ed offrire l'occasione per risolvere una questione di sì alto interesse per il nostro paese e per l'umanità.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA I.

Fig. 1. Osservazione 3.ª Serie 1ª (Mazzini). — Coltura in Blut-agar non glicerinato, 24^h. Obb. imm. omog. $^1/_{18}$ Zeiss. Oc. IV, lunghezza del tubo 200 $\frac{m}{m}$. Colorazione fucsina, Weigert-Gram.

Fig. 2. Id Coltura in Blut-agar non glicerinato, 24^h. Ingr., colorazione come fig. 1.

Fig. 3. Id. Coltura in Blut-agar non glicerinato, 24^h. Ingr. e colorazione come fig. 1.

Fig. 4. Id. Coltura in Blut-agar non glicerinato, 24^h. Ingr. e colorazione come fig. 1.

Fig. 5. Id. Coltura in Blut-agar glicerinato, 18^h. Ingr. e colorazione come fig. 1.

Fig. 6. Id. Coltura in Blut-agar glicerinato, 18^h. Ingr. e colorazione come fig. 1.

Fig. 7. Id. Coltura in brodo umano da sangue, 24^h. Ingr. e colorazione come fig. 1.

Fig. 8. Id. Coltura in brodo umano da sangue, 24^h. Ingr. e colorazione come fig. 1.

Fig. 9. Id. Coltura in brodo comune e sangue di coniglio, da coltura originale in sangue, 48^h. Ingr. e colorazione come fig. 1.

TAVOLA II.

Fig. 1. Osservazione 3.ª Seria 1ª (Mazzini). Coltura piatta in agar, 24^h, da sangue originale preso dal vivo; illuminazione obliqua. Zeiss. Obb. A. Ocul. IV.

Fig. 2. Id. Coltura piatta in gelatina a 20° C. dopo 2 giorni; da Blut-agar glicerinato da originale del rene. Ingr. come fig. 1.

(¹) Tizzoni e Cattani, Recherches sur le choléra asiatique. Ziegler's Beiträge. Bd. III, pag. 191.

Fig. 3. Id. Coltura piatta in gelatina a 20° C. dopo 4 giorni; da Blut-agar glicerinato da originale del rene. Ingr. come fig. 1.

Fig. 4. Id. Coltura piatta in agar di 24^h; da coltura in sangue preso dal vivo; illuminazione diretta. Ingr. come fig. 1.

Fig. 5. Id. Blut-agar 24^h, I^a. gen. da originale avuta dalla regione occipitale del cervello. Ingr. naturale.

Fig. 6. Id. Blut-agar 24^h, I^a. gen. da originale della milza. Ingr. naturale.

Fig. 7. Id. Coltura in gelatina di 13 gni, alla temp. di 25° C.; da 5^a gen. in sangue, originale sangue preso dal vivo. Ingr. naturale.

Fig 8. Id. Cultura in gelatina di 13 gni, alla temperatura di 25° C.; da Blut-agar proveniente direttamente da sangue preso dal vivo. Ingr. naturale.

TAVOLA III.

Fig. 1. Osservazione 3^a. Serie 1^a (Mazzini). Sezione trasversale midollo spinale, regione cerviale. Fissaz. alcool assol. Colorazione litio-carminio, Weigert-Gram. Ingr. = 500 . D.

Fig. 2. Id. Cervello, meningi tenui. Tecnica come il precedente Ingr. Immers. omog. = 850 . D.

Fig. 3. Id. Cervello, vasi della pia nei ventricoli laterali. Tecnica come fig. 1. Ingr. = 500 . D.

Fig. 4. Id. Cervello in corrispondenza dei talami attivi. Tecnica come fig. 1. Ingr. = 600 . D.

Fig. 5. Id. Intestino tenue. Tecnica come fig. 1. Ingr. Immers. omog. = 800. D.

Fig. 6, 7, 8 Id., id. id. id. Varii punti della mucosa intestinale. Ingr. Immers. omog. = 800. D.

Fig. 9. Id. Milza. Tecnica come fig. 1. Ingr. = 500 . D.

TAVOLA IV.

Fig. 10. Osservazione 2^a. Serie 2^a (Parpaiola Maria). Cervello. Fissaz. alcool. assol. Colorazione litio-carminio, Weigert-Gram. Ingr. = 500. D.

Fig. 11. Id. Intestino tenue. Tecnica come il precedente. Ingr. = 500. D.

Fig. 12. Osservazione 4^a. Ser. 3^a (Della Rovere). Sangue preso dalla vena. Colorazione May-Grünwald. Ingr. = 1000. D. Immers. omog.

Fig. 13. Coniglio, iniezione subdurale coltura sangue osservaz. 3^a Serie 1^a (Mazzini). Cervello, focolaio neocrotico corrispondente alla parte inoculata. Colorazione litio-carminio, Weigert-Gram. Ingr. = 100. D.

Fig. 14. Id., id., id., Dettaglio precedente preparato. Ingr. = 500. D.

Fig. 4. Id., id., id, Essudato sulla parete del ventricolo laterale. Tecnica come fig. 13. Ingr. = 800. D Immers. omog.

Fig. 15. Id., id, id. Superficie del cervello, regione pareitale corrispondente alla parte inoculata; essudato nelle meningi tenui. Tecnica come fig. 13. Ingr. = 800. D. Immers. omog.

RELAZIONE

letta dal Socio VOLTERRA, a nome anche del Corrisp. REINA relatore, sulla Memoria avente per titolo: *Per la risoluzione delle curve dimorfiche*, nella seduta del 6 maggio 1906.

Studiando la frequenza di un determinato elemento in un materiale biologico eterogeneo risultante dalla mescolanza di due gruppi omogenei, si presentano certe curve che, in Biometria, diconsi dimorfiche, perchè risultanti dalla addizione di due curve normali o gaussiane (curve di distribuzione degli errori). Il problema della scissione di queste curve nelle due componenti normali venne prima posto e studiato da Pearson nelle Phil. Trans. del 1894. Poichè ognuna delle componenti è definita da 3 costanti, il Pearson determina per via analitica o grafica l'area ed i primi 5 momenti della curva o poligono empirico e li eguaglia alla somma delle aree e dei momenti teorici delle due componenti. Con queste 6 equazioni determina le 6 costanti. Risolvendo queste equazioni egli è condotto ad una equazione di 9° grado rispetto ad una funzione delle costanti, di forma piuttosto complicata.

Il dott. De Helguero perviene egli pure per una via più diretta ad una equazione di 9° grado, un po' più semplice di quella del Pearson, ma colla applicazione di un suo teorema, che è da considerarsi come la chiave della soluzione da lui proposta, egli riesce a ridurre a due soli i dati empirici da cui dipende il problema. Questi due dati compaiono come coefficienti in un sistema di due relazioni (di 3° e 4° ordine) fra due variabili, che egli sostituisce all'equazione di 9° grado. Interpretando le variabili come coordinate e facendo variare i coefficienti, si hanno due famiglie di curve, le coordinate dei cui punti di intersezione rappresentano le soluzioni del problema.

L'A. unisce al suo lavoro un grafico nel quale tali curve sono rappresentate, almeno entro quel campo nel quale presumibilmente cadrà la soluzione, e dopo aver studiato tali curve espone il modo di costruirle e di usarle, facendone applicazione ad alcuni esempi numerici. Esamina poi alcuni casi particolari in cui il procedimento si può semplificare, o per la natura del poligono empirico (annullamento di due o più momenti) o per relazioni verificantisi fra i parametri delle componenti normali.

Il procedimento suggerito dal De Helguero si presenta così più sistematico ed anche sensibilmente più semplice di quello del Pearson, facilitando la risoluzione di un problema che ha grande importanza nella Biometria. La Commissione pertanto propone che questa Memoria venga accettata per la pubblicazione nei Volumi accademici.

Per la risoluzione delle curve dimorfiche.
Memoria del dott. FERNANDO DE HELGUERO.

(Con quattro tavole)

§ 1. — Introduzione; storia del problema.

In parecchi rami delle matematiche applicate si incontrano le curve dette in Geodesia « degli errori d'osservazione », e curve risultanti dalla *addizione* di un certo numero di tali curve: di queste ultime (nel caso in cui le componenti siano 2 sole) si occupa lo scritto presente. Poichè lo studio matematico di tali curve è stato fatto quasi esclusivamente per la statistica biologica (o « biometrica » come anche si chiama) così io adotterò la terminologia in uso in tali studî.

Negli studî biometrici diconsi *dimorfiche* (ed in generale *polimorfiche*) le curve di frequenza che risultano dalla misura di un carattere in un materiale biologico eterogeneo risultante dalla mescolanza di due (o più) gruppi omogenei. Fra le curve di tal sorta hanno particolare importanza quelle che corrispondono a gruppi omogenei aventi variazioni *normali* (cioè che seguono la legge degli errori di osservazione). Della forma di queste curve io mi sono occupato in altro scritto [1], ove ho studiato in quali casi le curve dimorfiche risultano *unimodali* (cioè con un solo massimo), ed in quali *plurimodali*.

Oggetto del presente scritto è il problema della scissione delle curve dimorfiche, risultanti da componenti normali, nei loro elementi.

Il primo ad occuparsi di tali curve è stato R. Livi [2], che studiando la statura degli Italiani nelle diverse regioni, ha provato a mescolare i dati di due regioni diverse (provincia di Udine e Sardegna), aumentando anche la differenza fra le medie in modo da ottenere per sintesi curve dimorfiche ad uno o due massimi: ma a questo si è limitato e non ha cercato di fare la operazione inversa di analisi.

Anche l'Ammon [3] si è poi occupato del problema senza farlo molto progredire sulla via della soluzione.

Il solo scritto di indole matematica che esista su questo soggetto è quello del prof. Karl Pearson [4] presentato alla Società Reale di Londra il 18 ottobre 1893. Di questa Memoria esiste un riassunto nei Proceedings della stessa Società ed una recensione del Varigny nell'Année Biologique del 1897. In questa Memoria il Pearson

(1) *Sui massimi delle curve dimorfiche*, Biometrika, vol. III, parte I, gennaio 1904.

(2) R. Livi, *Sulla statura degli Italiani*, Firenze, 1883. Vedi anche Annali di Statistica, vol. VIII, pp. 119-156 e Archivio per l'Antropologia ed Etnologia, Firenze, 1883, vol. XIII.

(3) O. Ammon, *Die natürliche Auslese beim Menschen*, Jena, 1893.

(4) Karl Pearson, *Mathematical contributions to the Theory of Evolution* I, *On the dissection of Frequency Curves*, in Phil. Trans. of the Royal Society of London, vol. 185 (1894) pp. 71-110.

imposta molto ingegnosamente il problema analitico servendosi della caratteristica proprietà che hanno i momenti delle curve normali, e risolve completamente il problema dal punto di vista teorico; ma per la pratica utilità dei suoi risultati mi permetto di citare l'opinione del Davenport (1) che dice: « this method very tedious and rarely applicable », quelle del Gallardo (2) e dell'Edgeworth (3) poco dissimili, ed infine il fatto che nelle numerose Memorie di biometrica pubblicate negli ultimi anni il suo metodo non è quasi mai applicato.

Dopo l'importantissimo contributo del Pearson di questo problema han parlato A. Gallardo nel Congresso Internazionale di matematica di Parigi del 1900, ed il prof. Vito Volterra (4) nel discorso inaugurale dell'anno accademico 1901-02, letto nell'Università di Roma. Ed infine il prof. Pearson ha difeso il suo metodo contro le critiche dell'Edgeworth applicandolo a diversi problemi di Antropologia (5).

Base dei miei studî è stata la prima Memoria del Pearson sopra citata: egli stesso esprimeva il pensiero che pure partendo dagli stessi principî si potesse giungere a formule risolutive più semplici; io ho analizzato il problema ed ho trovato che la soluzione del Pearson si deve ad una proprietà delle curve normali di cui non ho trovato cenno in alcun luogo: mi sono convinto che la forma della soluzione analitica data dal Pearson è la più semplice possibile, però sono riuscito ad eliminare uno dei parametri empirici che in essa figurano. Ciò mi ha permesso di costruire dei grafici per ottenere dei valori approssimati che possono poi analiticamente darci le radici con qualsiasi approssimazione in un modo che a me sembra abbastanza semplice.

Io mi lusingo di dare con questo scritto un metodo per la risoluzione dell'importante problema che possa realmente servire nella pratica statistica.

Esporrò anzitutto le proprietà della curva normale necessarie al nostro metodo, fra cui quella alla quale ho accennato che riguarda le relazioni fra i momenti di differenti curve normali che differiscono solo per la deviazione normale; poi esporrò la risoluzione analitica che mi conduce a risultati poco diversi da quelli del Pearson, ed infine il metodo pratico del quale ho fatto cenno.

§ 2. — Curva normale.

La equazione della curva normale in coordinate cartesiane ortogonali è

$$y = \frac{c}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-b)^2}{2\sigma^2}} .$$

(1) C. B. Davenport, *Statistical Methods with special reference to Biological Variation*, New York, 1899, pag. 28.

(2) A. Gallardo, *Les Mathématiques et la Biologie*, Deuxième Congrès international des Mathématiciens, Paris, 1900, pp. 102-109.

(3) R. Stat. Soc. Journ., vol. LVII, part I, 1898.

(4) Vito Volterra, *Sui tentativi di applicazione delle matematiche alle scienze biologiche e sociali*, pubblicato in francese nella *Revue du Mois*, anno I, n. 1, Parigi 1906.

(5) Karl Pearson, *On some Applications of the Theory of Chance to Racial Differentiation*, From the Work of W. R. Macdonell M. A. and Cicely D. Fawcett, B. Sc. Philosophical Magazine, January 1901, pp. 110-124.

Essa presenta un massimo per $x = b$, che è unico. L'ordinata corrispondente è $\frac{c}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ e dicesi *ordinata massima.*

La curva normale è simmetrica rispetto alla parallela all'asse delle y passante per l'ordinata massima (*asse della curva*) e da un massimo in questo punto va da ambe le parti decrescendo, mantenendosi sempre positiva, fino a rendersi doppiamente asintotica all'asse delle x (*base della curva*). Essa ha due soli flessi alla distanza $\pm\sigma$ dall'asse.

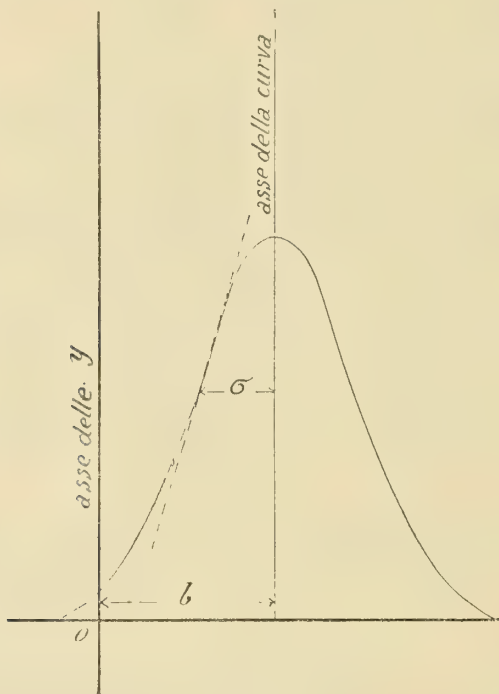



Fig. 1.

La curva normale ha perciò tre parametri b, c, σ. Noi diremo b la *moda*, c l'*area* e σ la *deviazione normale.*

Passiamo ad alcune formule integrali:

L'area è data da

$$\frac{c}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}\,dx = \frac{c}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-z^2}\,dz = c\,\frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{\pi}} = c\,,$$

prendendo come asse delle y l'asse della curva.

Diciamo *momento ennesimo* di una curva $y = y(x)$, rispetto all'asse delle y, l'espressione integrale

$$\mu_n = \int_{-\infty}^{+\infty} y x^n\,dx\,.$$

Il momento di ordine zero è l'area, onde $\mu_0 = c$.

Indicheremo con le lettere μ'_n il rapporto $\frac{\mu_n}{c}$ che si usa comunemente nella pratica statistica a preferenza di μ_n.

Il momento n.esimo della curva $y = y(x)$ rispetto alla parallela all'asse y alla distanza $-b$ è dato da

$$\mu_n^{(1)} = \int_{-\infty}^{+\infty} y(x+b)^n \, dx.$$

Le $\mu_n^{(1)}$ si esprimono molto semplicemente per le μ_n con la espressione simbolica evidente

$$(1) \qquad \mu_n^{(1)} = (\mu + b)^n,$$

dove a μ^s si deve sostituire μ_s: questa espressione è percio lineare nelle μ.

La curva normale gode, per i momenti rispetto all'asse, di una proprietà caratteristica:

Intanto poichè $\left(\frac{c}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} x^{2n+1}\right)$ è funzione dispari, tutti i momenti μ_{2n+1}, di indice dispari sono nulli:

$$\mu_1 = \mu_3 = \mu_5 = \cdots = \mu_{2n+1} = \cdots = 0.$$

Fra i momenti μ_{2n} di indice pari sussiste una relazione ricorrente. Trascurando il coefficiente costante $\frac{c}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ ed integrando per parti:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} x^{2n} \, dx = \left[\frac{e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} x^{2n+1}}{2n+1}\right]_{-\infty}^{+\infty} + \frac{1}{\sigma^2(2n+1)} \int_{-\infty}^{+\infty} x^{2n+2} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \, dx,$$

cioè

$$\mu_{2n+2} = (2n+1)\,\sigma^2 \mu_{2n},$$

poichè $\left(e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} x^{2n+1}\right)$ ai limiti diventa infinitesimo di ordine esponenziale. Cambiando nella formula n in $(n-1), (n-2), \ldots, 2, 1, 0$ e ricordando che $\mu_0 = c$, l'area, moltiplicando tutte queste formule:

$$(2) \qquad \mu_{2n} = (2n-1)(2n-3)\ldots 3 \,.\, 1\, \sigma^{2n} c = \frac{c\,(2n)!\,\sigma^{2n}}{2^n\, n!}$$

mentre

$$\mu_{2n+1} = 0.$$

Esponiamo ora la proprietà delle curve normali cui ho accennato nell'introduzione:

Sviluppiamo l'espressione (1) del momento n.esimo rispetto alla retta $x = -b$:

$$\mu_n^{(1)} = \sum_{i=0}^{n} \frac{n!}{i!\,(n-i)!}\, \mu_i\, b^{n-i},$$

e poichè i momenti μ_n con indice dispari sono tutti nulli:

$$\mu_n^{(1)} = \sum_{k=0}^{n'} \frac{n!\, b^{n-2k}}{(n-2k)!\,(2k)!}\, \mu_{2k} \,,$$

dove n' è il maggior numero intiero minore (od uguale) ad $\frac{n}{2}$

Sostituendo a μ_{2k} il valore dato dalla (2) si ha:

$$\mu_n^{(1)} = \sum_{k=0}^{n'} \frac{n!\, b^{n-2k}}{(n-2k)} \frac{c\sigma^{2k}}{(n-2k)!\,k!\,2^k} .$$

Voglio ora dimostrare che se a σ^2 sostituiamo $\tau^2 + \varrho$, i momenti $\mu_n^{(1)}$ della curva di deviazione normale $\sigma = \sqrt{\tau^2 + \varrho}$, si esprimono linealmente per i momenti ν_n della curva normale di deviazione normale τ, coi coefficienti indipendenti da c e da b.

Perciò cambiamo nell'ultima formula k in $(n' - k)$. Se n è pari si ha:

$$\mu_n^{(1)} = c\,n! \sum_{k=0}^{n'} \frac{b^{2k}\, \sigma^{2(n'-k)}}{(2k)!\, 2^{n'-k} (n'-k)!} .$$

Se n fosse dispari a $2k$ bisognerebbe in questa sostituire $2k+1$, ma non considero separatamente questo caso perchè le formule da un certo punto in poi sono le stesse.

Sostituiamo $\sigma^2 = \tau^2 + \varrho$, $(\sigma^2)^{n'-k} = \sum_{h=0}^{n'-k} \frac{(n'-k)!}{(n'-k-h)!\, h!} \varrho^{n'-k-h} \tau^{2h}$:

$$\mu_n^{(1)} = c\,n! \sum_{k=0}^{n'} \sum_{h=0}^{n'-k} \frac{b^{2k}\, \varrho^{n'-h-k}\, \tau^{2h}}{(2k)!\, 2^{n'-k} (n'-k-h)!\, h!} .$$

Cambiamo ora nelle sommatorie la variabile k in $(n'-k-h)$. I limiti delle sommatorie non variano. Per vedere ciò facciamo una rappresentazione geometrica: prendendo per assi coordinati $h=0$, $k=0$; dobbiamo estendere la sommatoria a tutte le coppie di valori intieri (h, k) che sono coordinate di punti compresi nel triangolo di vertici $(0, 0), (0, n')$ e $(n', 0)$. Facendo la trasformazione $h = h$, $k = (n'-k-h)$ io dico che quel triangolo non cambia: infatti i vertici del triangolo si scambiano nel modo seguente:

$(n', 0)$ dà $(n', 0)$,

$(0, 0)$ dà $(0, n')$,

e $(0, n')$ dà $(0, 0)$.

Perciò facendo l'indicato cambiamento nelle sommatorie si ha la formula

$$\mu_n^{(1)} = c\,n! \sum_{k=0}^{n'} \sum_{h=0}^{n'-k} \frac{b^{(n-2k-2h)}\, \varrho^k\, \tau^{2h}}{(n-2k-2h)!\, k!\, h!\, 2^{h+k}} ,$$

che può scriversi moltiplicando e dividendo per $(n - 2k)$:

$$\mu_n^{(1)} = cn! \sum_{k=0}^{n'} \sum_{h=0}^{n'-k} \left\{ \frac{\varrho^k}{k!(n-2k)!\, 2^k} \frac{b^{n-2k-2h}\, \tau^{2h} (n-2k)!}{(n-2h-2k)!\, h!\, 2^h} \right\}$$

Osservando che

$$\nu_{n-2k} = c \sum_{h=0}^{n'-k} \frac{b^{n-2h-2k}\, \tau^{2h} (n-2k)!}{(n-2h-2k)!\, h!\, 2^h},$$

sostituendo si ha:

(3)
$$\mu_n^{(1)} = \sum_{k=0}^{n'} \frac{n!\, \varrho^k\, \nu_{n-2k}}{(n-2k)!\, k!\, 2^k},$$

che è la formula alla quale volevamo giungere.

Questa che a me sembra molto importante per la risoluzione analitica delle curve polimorfiche, io non ho trovata in alcun luogo.

La proprietà che essa rappresenta si potrebbe enunciare così:

I momenti della curva normale dedotta da una data aumentando di ϱ il quadrato della deviazione normale, sono combinazioni lineari dei momenti della curva data, di indice inferiore od uguale, a coefficienti dipendenti dalla sola ϱ.

Nessuna ipotesi abbiamo fatta sul segno di ϱ. Se esso è negativo, questo enunciato vale ancora finchè $|\varrho| < \tau$, se invece $|\varrho| > \tau$ resta la relazione algebrica (3) ma le $\mu_n^{(1)}$ perdono il significato di momenti.

È molto facile ottenere le $\mu_n^{(1)}$ date le ν e ϱ.

Sia infatti $f_n(c, b, \sigma^2)$ la funzione che ci esprime il momento n.esimo $\mu_n^{(1)}$ della curva di deviazione normale σ, asse $-b$, area c; allora il momento n.esimo $\mu_n^{(11)}$ della curva normale di eguale area, eguale asse e deviazione normale $\sqrt{\sigma^2 + \varrho}$ è espresso da $f_n(1, \mu^{(1)}, \varrho)$ simbolicamente.

Per avere l'espressione reale basta alle potenze di $\mu^{(1)}$ sostituire i momenti di indice corrispondente. Questo si ricava immediatamente dal confronto delle formole

$$\mu_n^{(1)} = \sum_{k=0}^{n'} \frac{cn!\, (\sigma^2)^k\, b^{n-2k}}{(n-2k)!\, k!\, 2^k}, \quad \mu_n^{(11)} = \sum_{k=0}^{n'} \frac{n!\, \varrho^k\, \mu_{n-2k}^{(1)}}{(n-2k)!\, k!\, 2^k}.$$

Delle quali la seconda è la (3) con un semplice cambiamento di lettere. Interessa sopratutto notare la linearità della funzione f_n rispetto alle $\mu^{(1)}$.

Dal punto di vista geometrico si osservi che dalla grandezza della deviazione normale dipende la forma della curva e precisamente la distanza fra i flessi. Nella figura 2 (V. pagina seguente) si vedono due curve normali che differiscono solo per la deviazione normale (deviazioni normali 1 e 2).

Prima di lasciare questo argomento ecco, in funzione dei parametri b, c, σ, le espressioni complete dei primi momenti rispetto all'asse delle y della $y = \frac{c}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-b)^2}{2\sigma^2}}$ dedotte dalla (1):

$$\mu_0 = c$$
$$\mu_1 = cb$$
$$\mu_2 = c(\sigma^2 + b^2)$$
$$\mu_3 = cb(3\sigma^2 + b^2)$$
$$\mu_4 = c(3\sigma^4 + 6b^2\sigma^2 + b^4)$$
$$\mu_5 = cb(15\sigma^4 + 10b^2\sigma^2 + b^4).$$

Esse sono tutte omogenee lineari in c, omogenee di grado uguale al loro indice rispetto a b e σ insieme.

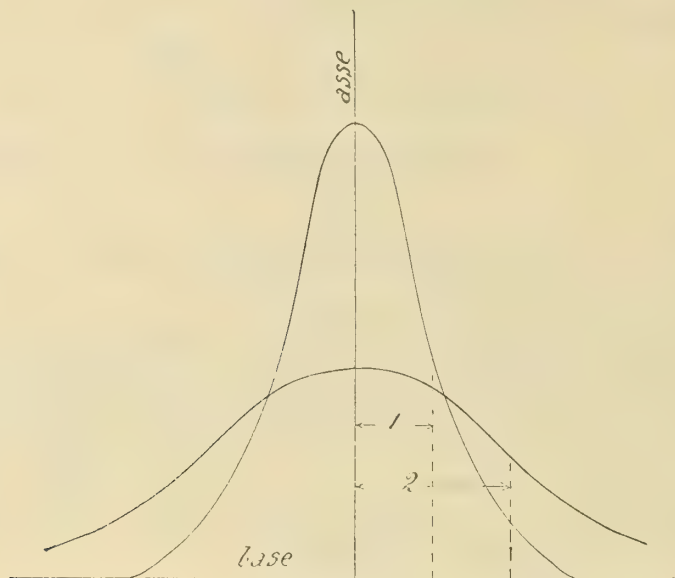



Fig. 2.

§ 3. — Curve dimorfiche.

Tracciando due curve normali sopra la stessa base e riportando sopra ogni ordinata la somma delle ordinate corrispondenti può ottenersi con facilità una curva dimorfica.

$$y = y_1^0 \, e^{-\frac{(x-b_1)^2}{2\sigma_1^2}} + y_2^0 \, e^{-\frac{(x-b_2)^2}{2\sigma_2^2}} .$$

Per la forma essa può presentarsi unimodale (con un solo massimo) o bimodale (con due massimi).

Se è facile l'ottenere la curva dimorfica dati i parametri delle componenti non è altrettanto facile il problema inverso che è quello di cui ci occupiamo.

Data la curva dimorfica possiamo di essa trovare il baricentro e calcolare i primi momenti rispetto alla ordinata passante per esso. In tal caso il primo momento è nullo. Questa retta potremo prendere per asse delle y.

Siano

$$\frac{c_1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-b_1)^2}{2\sigma_1^2}} \quad , \quad \frac{c_2}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-b_2)^2}{2\sigma_2^2}}$$

le funzioni rappresentanti le due componenti normali: si devono determinare i sei parametri c_1, σ_1, b_1, c_2, σ_2, b_2.

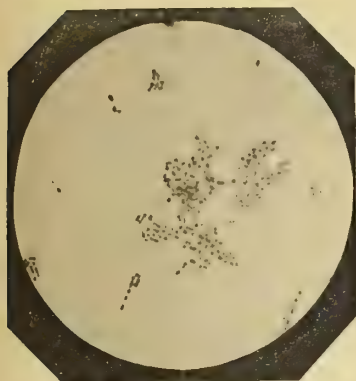
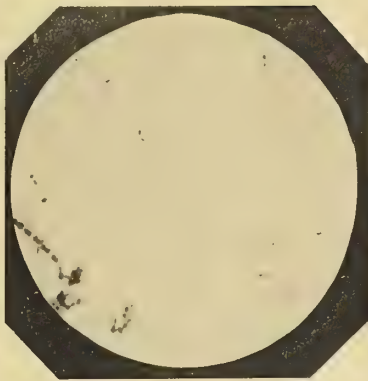
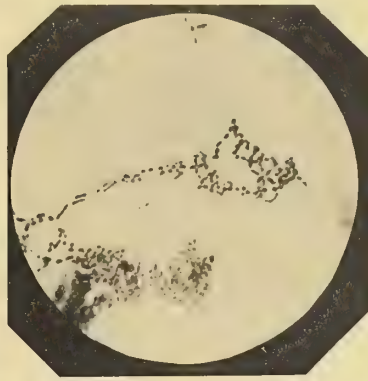
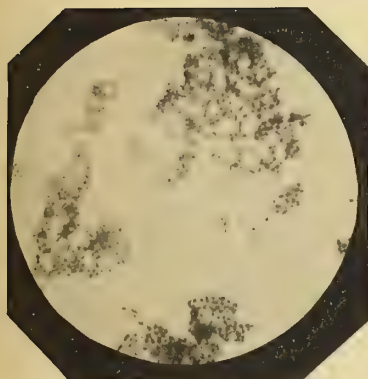



Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

Fig. 4 Fig. 5 Fig. 6

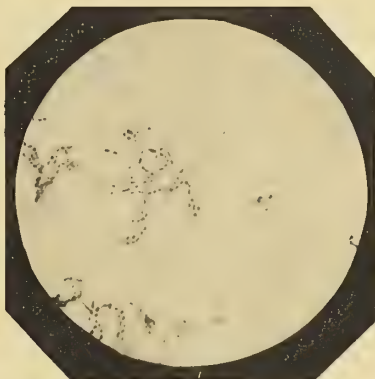
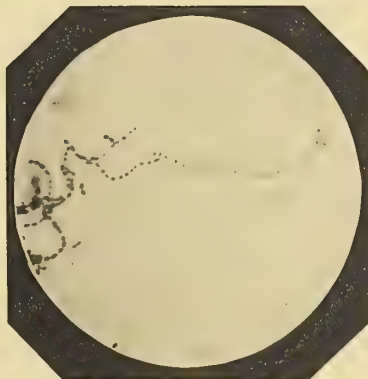
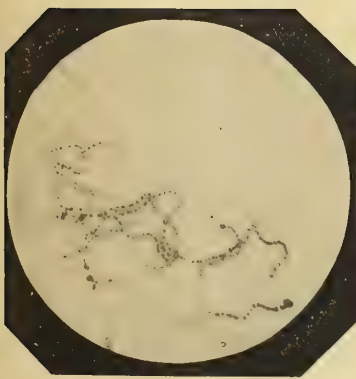
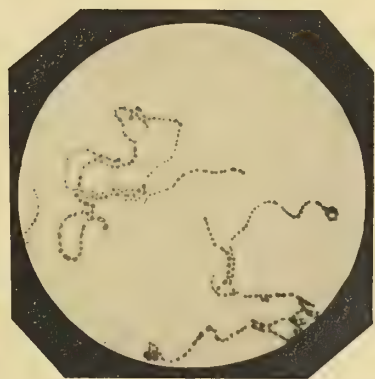



Fig. 7 Fig. 8 Fig. 9

Fotot. Danesi - Roma

Fotot. Danesi - Roma

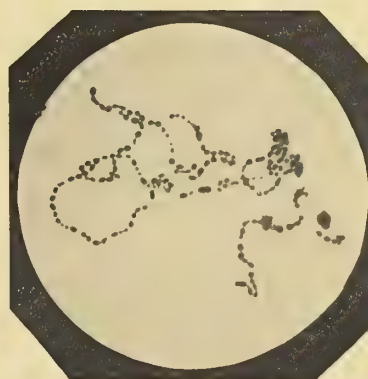
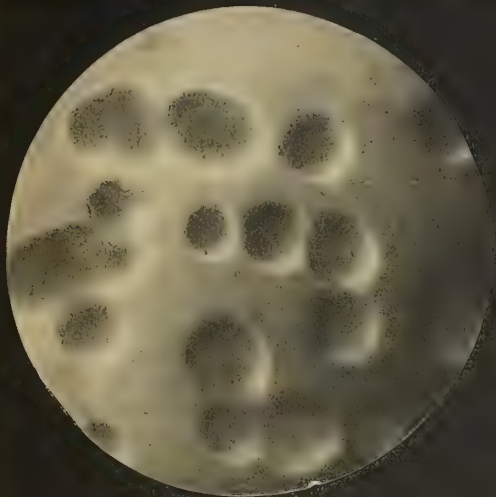
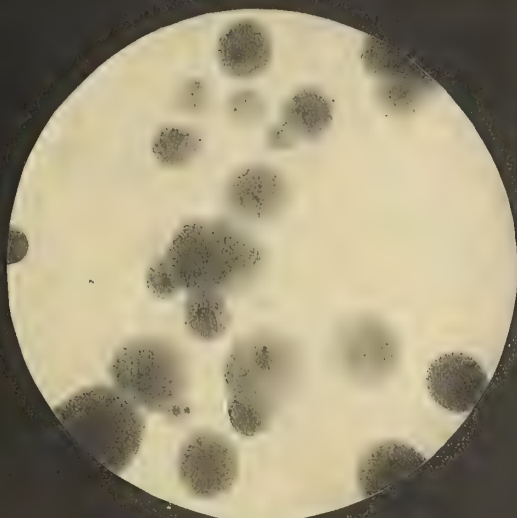
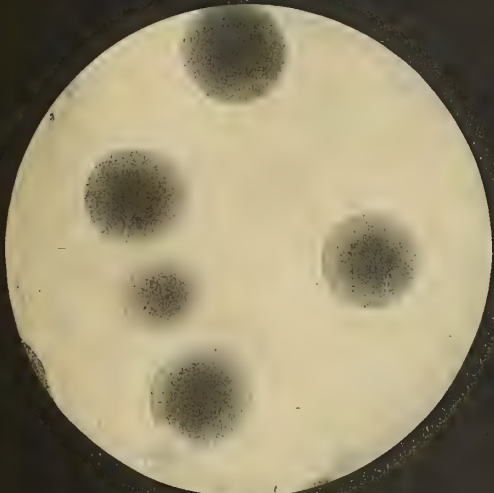
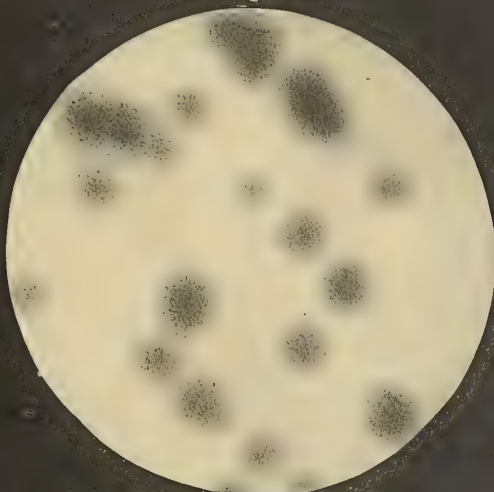
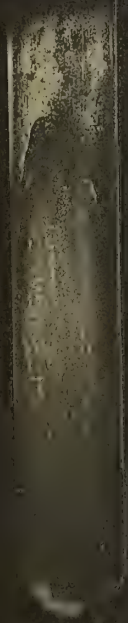
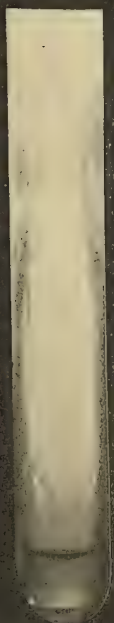
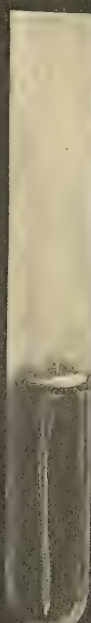
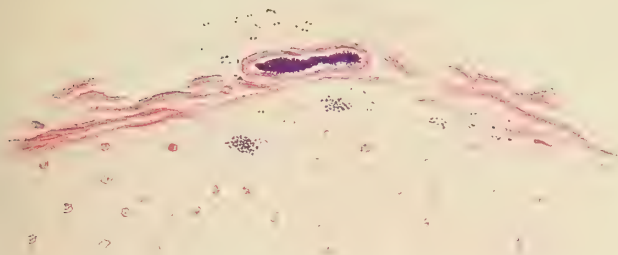
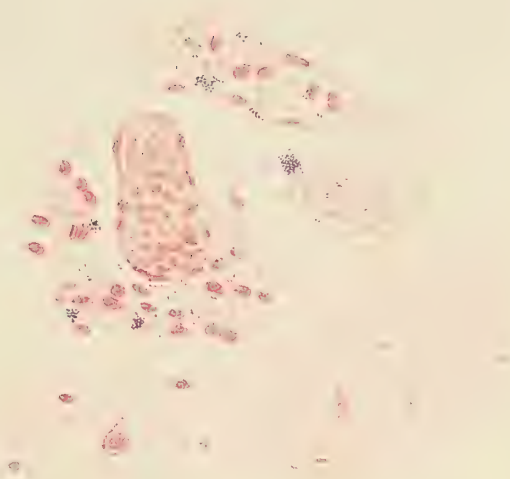
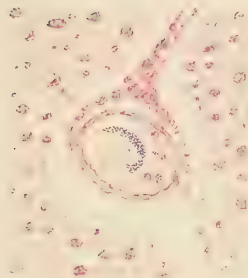
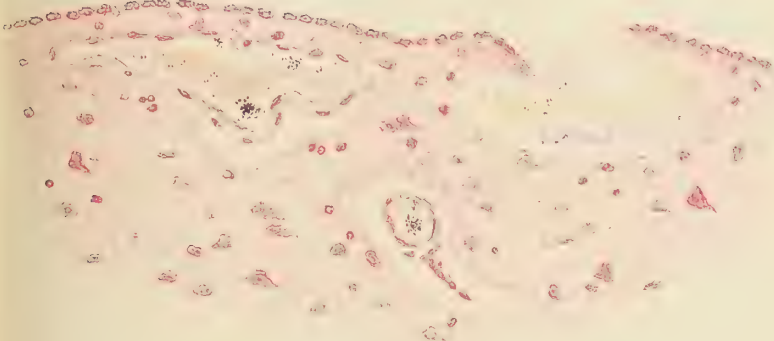
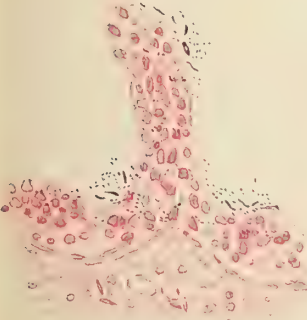
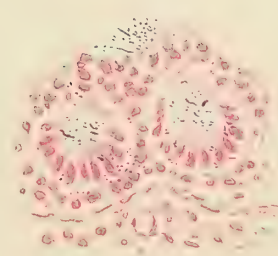
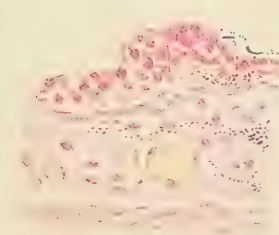



Fig 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig 5.
Fig. 6.
Fig 7
Fig. 8.
Fig 9

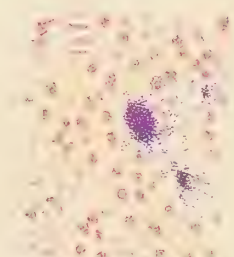
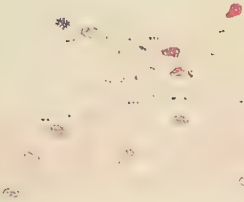
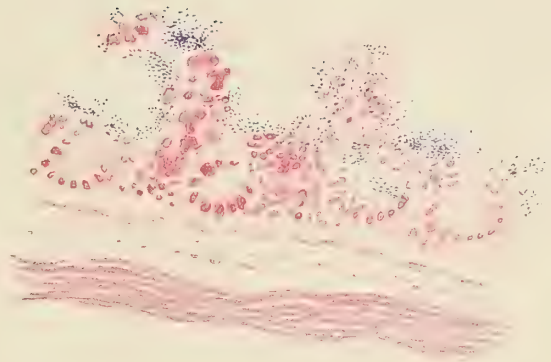
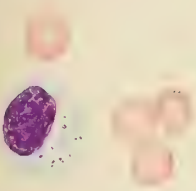
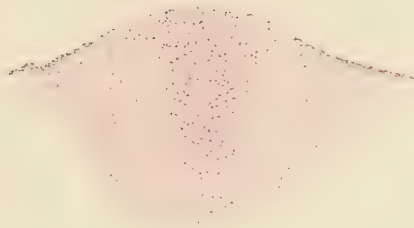
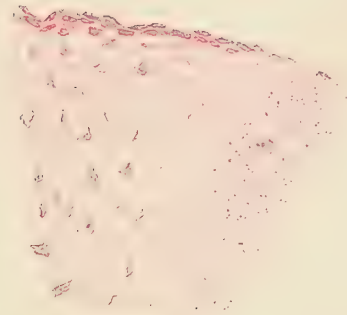
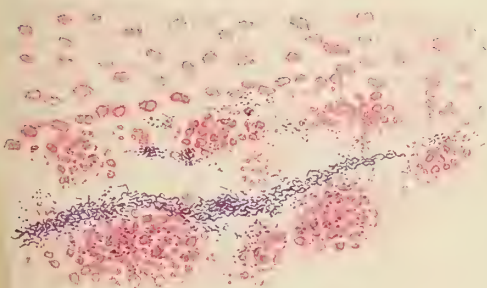
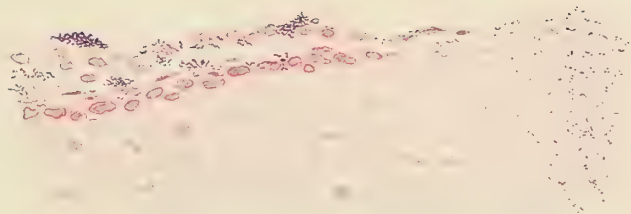



Fig. 10.
Fig 11.
Fig 12.
Fig 13.
Fig 14.
Fig 15
Fig. 16.

Per determinarli il Pearson pone le sei relazioni seguenti esprimenti che l'area α ed i momenti μ della curva complessa (ottenuti dal poligono empirico colle correzioni convenienti [1]) sono la somma delle aree o dei corrispondenti momenti delle componenti calcolati colla formula (1):

$$(\mathrm{I})\quad \begin{cases} c_1 + c_2 = \alpha \\ c_1 b_1 + c_2 b_2 = 0 \\ c_1(\sigma_1^2 + b_1^2) + c_2(\sigma_2^2 + b_2^2) = \mu_2 \\ c_1 b_1(3\sigma_1^2 + b_1^2) + c_2 b_2(3\sigma_2^2 + b_2^2) = \mu_3 \\ c_1(3\sigma_1^4 + 6\sigma_1^2 b_1^2 + b_1^4) + c_2(3\sigma_2^4 + 6\sigma_2^2 b_2^2 + b_2^4) = \mu_4 \\ c_1 b_1(15\sigma_1^4 + 10\sigma_1^2 b_1^2 + b_1^4) + c_2 b_2(15\sigma_2^4 + 10\sigma_2^2 b_2^2 + b_2^4) = \mu_5 \end{cases}$$

Facendo le posizioni

$$\frac{c_1}{\alpha} = z_1 \quad , \quad \frac{\sigma_1}{b_1} = u_1 \quad b_1 = \gamma_1$$

$$\frac{c_2}{\alpha} = z_2 \quad , \quad \frac{\sigma_2}{b_2} = u_2 \quad b_2 = \gamma_2 \quad , \quad \frac{\mu_s}{\alpha} = \mu'_s ,$$

si ha l'altro sistema:

$$(\mathrm{II})\quad \begin{cases} z_1 + z_2 = 1 \\ \gamma_1 z_1 + \gamma_2 z_2 = 0 \\ \gamma_1^2 z_1(1 + u_1^2) + \gamma_2^2 z_2(1 + u_2^2) = \mu'_2 \\ \gamma_1^3 z_1(1 + 3u_1^2) + \gamma_2^3 z_2(1 + 3u_2^2) = \mu'_3 \\ \gamma_1^4 z_1(1 + 6u_1^2 + 3u_1^4) + \gamma_2^4 z_2(1 + 6u_2^2 + 3u_2^2) = \mu'_4 \\ \gamma_1^5 z_1(1 + 10u_1^2 + 15u_1^4) + \gamma_2^5 z_2(1 + 10u_2^2 + 15u_2^4) = \mu'_5 . \end{cases}$$

La risoluzione di questo sistema porta il prof. Pearson ad una equazione di nono grado rispetto ad una funzione delle γ, u, z. Questa equazione verrà riferita più innanzi; non faccio qui tutti i passaggi che ad essa conducono perchè nel paragrafo seguente per quanto io segua una via molto diversa giungo a risultati simili a quelli del prof. Pearson in cui però sono diminuiti di numero i dati empirici formati colle μ.

§ 4. — Trattazione analitica del problema.

Partiamo dal sistema (I) in cui è solo fissata la posizione dell'asse delle y che deve passare per il baricentro. Prendendo convenientemente le scale delle x e delle y potremo rendere i secondi membri di altre due equazioni indipendenti dai dati empi-

[1] Correzioni dovute al fatto che si considera l'area compresa fra le due ordinate corrispondenti ai limiti estremi di ogni classe come concentrata sulla ordinata centrale. V. Karl Pearson: *Skew Variation on homogeneous material,* Phil. Trans. of the R. Soc. London A. 196, 1895.

rici μ, ed un altro ancora servendoci della proprietà esposta nel paragrafo 2. Infatti quella proprietà ci dice che se poniamo

$$\sigma_1^2 = \tau_1^2 + \varrho \quad , \quad \sigma_2^2 = \tau_2^2 + \varrho$$

i secondi membri delle equazioni del nuovo sistema si potranno ottenere come combinazioni dei secondi membri delle equazioni precedenti e di ϱ, onde prendendo convenientemente ϱ potremo rendere costante il secondo membro di un'altra equazione del sistema (I).

Poniamo perciò nel sistema (I)

$$\tau_1^2 = \sigma_1^2 - \mu_2' \quad , \quad \tau_2^2 = \sigma_2^2 - \mu_2' \,,$$

essendo

$$\mu_s' = \frac{\mu_s}{\alpha}$$

applicando la (3) per calcolare i secondi membri. Ponendo inoltre

$$z_1 = \frac{c_1}{\alpha} \quad , \quad w_1 = \frac{\tau_1^2}{b_1^2} \quad , \quad \mu_4'' = \mu_4' - 3\mu_2'^2 \,,$$

$$z_2 = \frac{c_2}{\alpha} \quad , \quad w_2 = \frac{\tau_2^2}{b_2^2} \quad , \quad \mu_5'' = \mu_5' - 10\mu_2' \mu_3' \,;$$

avremo:

$$\text{(III)} \quad \begin{cases} z_1 + z_2 = 1 \\ b_1 z_1 + b_2 z_2 = 0 \\ b_1^2 z_1(1 + w_1) + b_2^2 z_2(1 + w_2) = 0 \\ b_1^3 z_1(1 + 3w_1) + b_2^3 z_2(1 + 3w_2) = \mu_3' \\ b_1^4 z_1(1 + 6w_1 + 3w_1^2) + b_2^4 z_2(1 + 6w_2 + 3w_2^2) = \mu_4'' \\ b_1^5 z_1(1 + 10w_1 + 15w_1^2) + b_2^5 z_2(1 + 10w_2 + 15w_2^2) = \mu_5'' . \end{cases}$$

Anche il secondo membro della quarta equazione può rendersi costante se $\mu_3' \neq 0$, come per ora ammettiamo, ponendo:

$$\gamma_1 = \frac{b_1}{\sqrt[3]{\mu_3'}} \quad , \quad \gamma_2 = \frac{b_2}{\sqrt[3]{\mu_3'}} \,.$$

Se inoltre

$$\nu_4 = \frac{\mu_4''}{\mu_3'^{4/3}} = \frac{\mu_4' - 3\mu_2'^2}{\mu_3'^{4/3}} \quad , \quad \nu_5 = \frac{\mu_5''}{\mu_3'^{5/3}} = \frac{\mu_5' - 10\mu_2'\mu_3'}{\mu_3'^{5/3}} \,,$$

si ha il sistema:

$$\text{(IV)} \quad \begin{cases} (1) \quad z_1 + z_2 = 1 \\ (2) \quad \gamma_1 z_1 + \gamma_2 z_2 = 0 \\ (3) \quad \gamma_1^2 z_1(1 + w_1) + \gamma_2^2 z_2(1 + w_2) = 0 \\ (4) \quad \gamma_1^3 z_1(1 + 3w_1) + \gamma_2^3 z_2(1 + 3w_2) = 1 \\ (5) \quad \gamma_1^4 z_1(1 + 6w_1 + 3w_1^2) + \gamma_2^4 z_2(1 + 6w_2 + 3w_2^2) = \nu_4 \\ (6) \quad \gamma_1^5 z_1(1 + 10w_1 + 15w_1^2) + \gamma_2^5 z_2(1 + 10w_2 + 15w_2^2) = \nu_5 . \end{cases}$$

Si tratta di risolvere questo sistema: come si vede è della stessa forma del (II) del Pearson ma sono diminuiti di numero i dati empirici che figurano nei secondi membri.

Risolviamolo: dalle (1) e (2) si ha:

$$z_1 = -\frac{\gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2} \tag{7}$$

$$z_2 = \frac{\gamma_1}{\gamma_1 - \gamma_2}. \tag{8}$$

Poniamo $1 + w_1 = v_1$, $1 + w_2 = v_2$; allora le ultime 4 equazioni si trasformano nelle:

(3)′ $\quad \gamma_1^2 z_1 v_1 + \gamma_2^2 z_2 v_2 = 0$

(4)′ $\quad \gamma_1^3 z_1 (3 v_1 - 2) + \gamma_2^3 z_2 (3 v_2 - 2) = 1$

(5)′ $\quad \gamma_1^4 z_1 (3 v_1^2 - 2) + \gamma_2^4 z_2 (3 v_2^2 - 2) = \nu_4$

(6)′ $\quad \gamma_1^5 z_1 (15 v_1^2 - 20 v_1 + 6) + \gamma_2^5 z_2 (15 v_2^2 - 20 v_2 + 6) = \nu_5.$

Dalle (2) e (3)′:

$$\gamma_2 v_2 - \gamma_1 v_1 = 0;$$

abbiamo così le due relazioni

$$\gamma_2 z_2 = -\gamma_1 z_1, \tag{2}$$

$$\gamma_2 v_2 = \gamma_1 v_1. \tag{9}$$

Servendoci di queste possiamo dalle (4)′ (5)′ (6)′ eliminare z_2 e v_2, otterremo così tre equazioni che colla (7) ci danno un sistema di quattro equazioni nelle quattro incognite $\gamma_1, \gamma_2, z_1, v_1$:

(4)″ $\quad \gamma_1 z_1 \{3 v_1 \gamma_1 (\gamma_1 - \gamma_2) - 2 (\gamma_1^2 - \gamma_2^2)\} = 1$

(5)″ $\quad \gamma_1 z_1 \{3 (v_1 \gamma_1)^2 (\gamma_1 - \gamma_2) - 2 (\gamma_1^3 - \gamma_2^3)\} = \nu_4$

(6)″ $\quad \gamma_1 z_1 \{15 (v_1 \gamma_1)^2 (\gamma_1^2 - \gamma_2^2) - 20 (v_1 \gamma_1) (\gamma_1^3 - \gamma_2^3) + 6 (\gamma_1^4 - \gamma_2^4)\} = \nu_5.$

Dalla (7) si ha $\gamma_1 z_1 = -\frac{\gamma_1 \gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2}$, sostituendo nella (4)″:

$$3 v_1 \gamma_1 = 2 (\gamma_1 + \gamma_2) - \frac{1}{\gamma_1 \gamma_2}. \tag{10}$$

Sostituendo i valori trovati di $\gamma_1 z_1$ e $v_1 \gamma_1$ nelle (5)″ e (6)″ si trovano due equazioni nelle due sole incognite γ_1, γ_2:

(5)‴ $$-\frac{\gamma_1 \gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2} \left\{ \tfrac{1}{3} \left[2 (\gamma_1 + \gamma_2) - \frac{1}{\gamma_1 \gamma_2} \right]^2 (\gamma_1 - \gamma_2) - 2 (\gamma_1^3 - \gamma_2^3) \right\} = \nu_4$$

(6)‴ $$-\frac{\gamma_1 \gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2} \left\{ {}^5/_3 \left[2 (\gamma_1 + \gamma_2) - \frac{1}{\gamma_1 \gamma_2} \right]^2 (\gamma_1^2 - \gamma_2^2) - \right.$$
$$\left. - {}^{20}/_3 \left[2 (\gamma_1 + \gamma_2) - \frac{1}{\gamma_1 \gamma_2} \right] (\gamma_1^3 - \gamma_2^3) + 6 (\gamma_1^4 - \gamma_2^4) \right\} = \nu_5.$$

Poniamo ora

$$p_1 = \gamma_1 + \gamma_1 \quad , \quad p_2 = \gamma_1 \gamma_2 . \tag{11}$$

Si vede che se γ_1 e γ_2 sono di segni contrari come avviene sempre per le curve dimorfiche p_2 è negativo, e solo questo caso noi considereremo. Notiamo poi che

$$\gamma_1^3 - \gamma_2^3 = (\gamma_1 - \gamma_2)(p_1^2 - p_2) ,$$
$$\gamma_1^4 - \gamma_2^4 = (\gamma_1 - \gamma_2)(p_1^2 - 2p_2) p_1 .$$

Sostituendo nelle $(5)'''$ e $(6)'''$ si hanno le

$$-p_2 \left\{ {}^1/_3 \left(2p_1 - \frac{1}{p_2}\right)^2 - 2(p_1^2 - p_2) \right\} = \nu_4$$
$$-p_2 \left\{ {}^5/_3 \left(2p_1 - \frac{1}{p_2}\right)^2 p_1 - {}^{20}/_3 \left(2p_1 - \frac{1}{p_2}\right)(p_1^2 - p_2) + 6p_1(p_1^2 - 2p_2) \right\} = \nu_5 ;$$

sviluppando e rendendole di forma intiera:

$$1 - 4p_1 p_2 - 2p_1^2 p_2^2 + 6p_2^3 + 3p_2 \nu_4 = 0 \tag{5$^{\text{IV}}$}$$
$$5p_1 - 20p_2^2 - 2p_1^3 p_2^2 + 4p_1 p_2^3 + 3p_2 \nu_5 = 0 . \tag{6$^{\text{IV}}$}$$

Siamo così giunti in modo molto semplice e diretto a formule equivalenti a quelle di Pearson che nella Memoria citata precedono le posizioni (22) e (23) quando in esse si faccia $\mu_3 = 1$, $\mu_2 = 0$.

Il Pearson però per giungere alle sue formule ha dovuto usare degli artifizi, sì che anche nella sua mente è rimasto il sospetto che con altri artifizi si potesse giungere a formule più semplici: il metodo nostro è invece così diretto che a me sembra assurdo il pensare che si possa giungere ad espressioni più semplici partendo dal sistema (IV); solo quando si trovasse il modo di rendere costante il secondo membro della (5) o della (6) (cosa che a me non è riuscita) a me sembra si potesse sperare d'introdurre ulteriori semplificazioni.

Poniamo

$$p_3 = p_1 p_2 . \tag{12}$$

Moltiplicando la $(6)^{\text{IV}}$ per p_2 e con questa posizione si giunge al sistema:

$$\text{(V)} \quad \begin{cases} 1 - 4p_3 - 2p_3^2 + 6p_2^3 + 3p_2 \nu_4 = 0 \\ 5p_3 - 20p_2^3 - 2p_3^3 + 4p_3 p_2^3 + 3p_2^2 \nu_5 = 0 . \end{cases}$$

Per risolverlo si può moltiplicare la prima equazione per p_3 e sottrarla dalla seconda:

$$4p_3 - 20p_2^3 - 2p_3 p_2^3 + 3p_2^2 \nu_5 + 4p_3^2 - 3p_2 p_3 \nu_4 = 0 ;$$

eliminando p_3^2 fra questa e la prima delle (V):

$$2 + p_3(-4 - 2p_2^3 - 3\nu_4 p_2) + 6\nu_4 p_2 + 3\nu_5 p_2^2 - 8p_2^3 = 0,$$

ovvero

$$p_3 = + \frac{-8p_2^3 + 3p_2(2\nu_4 + p_2\nu_5) + 2}{2p_2^3 + 3\nu_4 p_2 + 4}. \tag{13}$$

Sostituendo questo valore nella prima delle (V) si ha una sola equazione nella p_2 [1]:

$$\begin{aligned} 24p_2^9 + 84\nu_4 p_2^7 + 36p_2^6 + 18(4\nu_5 + 5\nu_4^2)p_2^5 + 6(74\nu_4 - 3\nu_5^2)p_2^4 + \\ + 9(32 - 12\nu_4\nu_5 + 3\nu_4^3)p_2^3 - 9(8\nu_5 + 7\nu_4^2)p_2^2 - 96\nu_4 p_2 - 24 = 0 \end{aligned} \tag{14}$$

che è la (29) del Pearson ridotta funzione dei due soli parametri ν_4 e ν_5. Ricavato p_2 dalla (14) e p_3 dalla (13), od entrambi direttamente dal sistema (V), la (12) ci dà:

$$p_1 = \frac{p_3}{p_2}.$$

Allora γ_1 e γ_2 si hanno come radici della

$$\gamma^2 - p_1\gamma + p_2 = 0. \tag{15}$$

Le radici di questa sono sempre reali se p_2 è negativo.

Le (10) e (9) ci danno v_1 e v_2:

$$v_1 = \frac{2p_1 - \frac{1}{p_2}}{3\gamma_1}, \quad v_2 = \frac{\gamma_1 v_1}{\gamma_2},$$

le (7) ed (8) ci danno z_1 e z_2:

$$z_1 = -\frac{\gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2}, \quad z_2 = \frac{\gamma_1}{\gamma_1 - \gamma_2} = 1 - z_1.$$

Così è risoluto il sistema (IV).

I parametri delle curve normali componenti si trovano allora per mezzo delle formule:

$$\begin{aligned} b_1 &= \gamma_1 \sqrt[3]{\mu_3'}, & b_2 &= \gamma_2 \sqrt[3]{\mu_3'}, \\ c_1 &= z_1\alpha, & c_2 &= z_2\alpha, \\ \sigma_1^2 &= (v_1 - 1)b_1^2 + \mu_2', & \sigma_2^2 &= (v_2 - 1)b_2^2 + \mu_2'. \end{aligned}$$

[1] Le formule risolutive (sistema (V) e formula (14)) sono state da me fatte conoscere in una Nota pubblicata nel Biometrika, vol. IV, n. 1, june 1905, pag. 230. Sono le espressioni segnate in quella Nota colle lettere (A) e (B). La (B) differisce dalla (14) perchè in essa è incorso qualche errore di stampa.

Come si vede tutta la difficoltà consiste nella risoluzione del sistema (V) o dell'equazione (14).

Certo la (14) appare di più semplice costruzione della (29) del Pearson che riporto per il confronto: ponendo

$$\lambda_4 = 9\mu_2^2 - 3\mu_4 \quad , \quad \lambda_5 = 30\mu_2\mu_3 - 3\mu_5$$

essa è:

$$24p_2^9 - 28\lambda_4 p_2^7 + 36\mu_2^2 p_2^6 - (24\mu_3\lambda_5 - 10\lambda_4^2)p_2^5 - (148\mu_3^2\lambda_4 + 2\lambda_5^2)p_2^4 +$$
$$+ (288\mu_3^4 - 12\lambda_4\lambda_5\mu_3 - \lambda_4^3)p_2^3 + (24\mu_3^3\lambda_5 - 7\mu_3^2\lambda_4^2)p_2^2 + 32\mu_3^4\lambda_4 p_2 - 24\mu_3^6 = 0.$$

La nostra (14) è più semplice, però la forma è la stessa nè col cambiamento di σ^2 in $\sigma^2 + \tau$, può, qualunque sia τ, farsi scomparire λ_4 o λ_5 (ν_4 o ν_5) che risultano invarianti rispetto a questa trasformazione.

Perciò i miei sforzi si sono rivolti a cercare un metodo pratico per risolvere il sistema (V) senza ricorrere all'equazione (14).

§ 5. — Risoluzione del sistema (V).

Il vantaggio di far dipendere le formule risolutive (V) e (14) da due sole quantità ricavate dai dati empirici, ν_4 e ν_5, consiste nella possibilità di costruire degli abachi o grafici che ci permettano di ottenere dei valori approssimati delle incognite.

Infatti nel sistema (V) possiamo pensare p_2 e p_3 come coordinate cartesiane ortogonali; allora le due equazioni ci rappresentano due famiglie di curve di parametri ν_4 e ν_5; le coordinate dei punti di intersezione di queste curve sono i valori cercati di p_2 e p_3. Di questa rappresentazione geometrica tratterò più avanti,

Per ora ammettiamo di avere ottenuto in un modo qualunque il valore p_{2_0} di p_2 molto vicino alla radice cercata, ecco un metodo abbastanza semplice per approssimare quanto si vuole questa radice.

La prima equazione del sistema (V) può scriversi sotto la forma

$$p_3 = -1 \pm \sqrt{3(p_2^3 + \tfrac{1}{2}p_2\nu_4 + \tfrac{1}{2})},$$

dove l'indeterminatezza del doppio segno vien tolta da considerazioni che esporrò più avanti; immaginiamo sostituito questo valore nella seconda equazione:

$$5p_3 - 20p_2^3 - 2p_3^3 + 4p_3p_2^3 + 3p_2^2\nu_5 = 0$$

ed indichiamo con $E(p_2) = 0$ il prodotto di questa sostituzione.

Se p_{2_0} è un valore approssimato della radice cercata, il vero valore sarà $p_{2_0} + h$ con h molto piccolo, tanto che ne potremo trascurare le potenze superiori alla prima.

Per la formula di Taylor:

$$E(p_{2_0} + h) = E(p_{2_0}) + h\left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0 = 0$$

ed h è dato dalla equazione:

$$h = -\frac{E(p_{2_0})}{\left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0}.$$

Calcoliamo $\left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0 = \left(\frac{\partial E}{\partial p_2} + \frac{\partial E}{\partial p_3}\frac{\partial p_3}{\partial p_2}\right)_0$. Si ha:

$$\left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0 = 6p_{2_0}\{2p_{3_0}p_{2_0} + \nu_5 - 10p_{2_0}\} + \frac{3}{2}\frac{(4p_{2_0}^3 - 6p_{3_0}^2 + 5)(3p_{2_0}^2 + \frac{1}{2}\nu_4)}{p_{3_0} + 1}$$

dove

$$p_{3_0} = -1 \pm \sqrt{3(p_{2_0}^3 + \tfrac{1}{2}p_{2_0}\nu_4 + \tfrac{1}{2})}.$$

Ottenuto h si può trovare un valore più prossimo a p_2 prendendo in luogo di p_{2_0}, $p_{2_0} + h$, e così continuando si trova un valore di p_2 vicino quanto si vuole alla radice cercata. Contemporaneamente si trovano dei valori di p_3 sempre più vicini al valore di questa radice calcolandoli colla formula

$$p_3 = -1 \pm \sqrt{3p_2^3 + \tfrac{1}{2}p_2\nu_4 + \tfrac{1}{2}}.$$

Notiamo che con questo metodo si devono necessariamente calcolare le $E(p_{2_0})$, $E(p_{2_0} + h)$... e dal loro valore e segno si può vedere se i valori p_{2_0}, $p_{2_0} + h$, ... vanno sempre avvicinandosi alla radice, il caso contrario è del resto molto improbabile e potrebbe verificarsi solo se fra p_{2_0} e $p_{2_0} + h$ la $\frac{d^2E(p_2)}{dp_2^2}$ si annullasse; ma su ciò torneremo dopo lo studio delle curve che hanno per rappresentazioni analitiche le equazioni del sistema (V).

Come si vede questo metodo non è altro che quello di Newton per le equazioni ad una incognita leggermente modificato per adattarlo al caso nostro.

Per questo metodo è molto importante l'avere un valore approssimato delle radici e ciò può farsi colla rappresentazione geometrica alla quale ho prima accennato.

Per fare questo studio considereremo separatamente le due famiglie di curve di parametri ν_4 e ν_5 corrispondenti alle due equazioni del sistema (V); diremo le prime curve di parametro ν_4 od anche semplicemente curve ν_4, le altre curve ν_5.

§ 6. — Studio delle curve del sistema (V).

Consideriamo anzitutto le curve della famiglia di parametro ν_4.

La curva generica di questa famiglia ha per equazione:

$$(\alpha) \qquad 1 - 4p_3 - 2p_3^2 + 6p_2^3 + 3p_2\nu_4 = 0,$$

che può scriversi anche:

$$(\alpha)' \qquad p_3 = -1 \pm \sqrt{3p_2^3 + {}^3/_2\, p_2\nu_4 + {}^3/_2}.$$

Tutte le curve della famiglia passano per i punti base (0 , 0,22474487) e (0 , — 2,22474487) che indicheremo con le lettere N_1, ed N_2, e sono simmetriche rispetto alla retta:

$$p_3 = -1 .$$

Formando le derivate prime e seconde si vede facilmente il loro comportamento nel semipiano delle p_2 negative dove per la forma distinguiamo varî casi secondo i valori di ν_4.

Per

$$\nu_4 > 0 ,$$

il ramo uscente da N_1 è ivi concavo verso l'asse di simmetria, col diminuire di p_2 va avvicinandosi continuamente a quello senza massimi e senza flessi, fino ad incontrarlo riunendosi col suo simmetrico per quel valore di p_2 che soddisfa alla $p_2^3 + \frac{1}{2} p_2 \nu_4 + \frac{1}{2} = 0$; in questo punto la tangente è parallela all'asse p_3. Questa curva è una *parabola campaniforme senza ovale.*

Per

$$\nu_4 = 0 ,$$

il comportamento è lo stesso, solo la curva esce dai punti base tangente alle parallele all'asse p_2 che sono tangenti di inflessione.

Per

$$0 > \nu_4 > -2 \cdot 3811 ,$$

il comportamento è simile, solo si ha un massimo (pel ramo uscente da N_1, minimo per l'altro ramo) in corrispondenza a $p_2 = \sqrt{-\frac{\nu_4}{6}}$, ove la curva incontra l'altra curva di equazione $1 - 4p_3 - 2p_3^2 - 12p_2^3 = 0$ (che può scriversi anche sotto l'altra forma $p_3 = -1 \pm \frac{\sqrt{6(1 - 4p_2^3)}}{2}$ che diciamo *curva dei massimi e minimi*). Anche questa è una parabola campaniforme senza ovale.

Per

$$\nu_4 < -2 \cdot 3811 ,$$

comportamento del tutto simile al precedente. La curva è una *parabola campaniforme con ovale.*

La costruzione delle curve di questa famiglia per punti, per via analitica, non presenta alcuna difficoltà: si prendono ad arbitrio dei valori di p_2 e per mezzo della $(\alpha)'$ si calcolano i valori di p_3 corrispondenti per le varie curve ν_4. In questo modo si sono tracciate le curve della famiglia che figurano nel grafico III che comprende la porzione di piano $(p_2 p_3)$ limitato dalle rette $p_2 = 0$, $p_2 = -2$, $p_3 = 3$, $p_3 = -4$. Le curve di questa famiglia sono quelle tracciate in rosso, ed il valore del parametro è scritto pure in rosso vicino a ciascuna.

Noi ci occupiamo solo del comportamento delle curve nel semipiano delle p_2 negative perchè scopo nostro è la scissione delle curve dimorfiche risultanti dalla *somma* di due componenti normali, ed in questo caso è facile vedere che p_2 deve essere negativo. Le radici della (14) o del sistema (V) che avessero p_2 positivo corrisponderebbero a curve dimorfiche risultanti dalla *differenza* di due componenti normali, problema senza dubbio meno importante e di cui io non mi occupo.

Passiamo ora alle curve della famiglia di parametro ν_5.

La curva generica di questa famiglia ha per equazione:

$$(\beta) \qquad 5p_3 - 20p_2^3 - 2p_3^3 + 4p_3 p_2^3 + 3p_2^2 \nu_5 = 0 ,$$

è perciò algebrica del quarto ordine.

Tutte le curve della famiglia passano per i tre punti base (0 , 1,5811388), (0,0), (0 , — 1,5811388) che noi indicheremo con le lettere M_1 , O , M_3.

Diciamo la curva $p_2 = \sqrt[3]{\frac{p_3}{2} \frac{2p_3^2 - 5}{5 - p_3}}$ (che può anche scriversi $10p_2^3 - 2p_3 p_2^3 - 2p_3^3 + 5p_3 = 0$) *curva dei massimi e minimi valori di* p_3; e la parabola semicubica $p_3 = \sqrt{\frac{5 + 4p_2^3}{6}}$ *curva dei massimi e minimi di* p_2.

Mediante considerazioni non difficili si vede il comportamento delle curve di questa famiglia nel semipiano delle p_2 negative:

Per

$$\nu_5 < -7,1815$$

un ramo esce da M_3. Su esso la p_3 col diminuire di p_2 va diminuendo con continuità fino al minimo che cade nell'intersezione colla curva dei massimi e minimi di p_3; da questo punto p_3 va sempre aumentando; questo ramo taglia la $p_3 = -1{\cdot}581138$ nel punto $0,11396\,\nu_5$, la $p_3 = 0$ in $0,15\,\nu_5$ e la $p_3 = +1{\cdot}581138$ nel punto $0,21937\,\nu_5$, infine dopo una inflessione si rende asintotico alla $p_3 = +5$ tagliando una sol volta ogni $p_3 = k$ con $k < 5$, senza che su questo ramo p_3 superi mai il valore 5. Un altro ramo congiunge i due punti base O ed M_1, senza flessi. Su esso il minimo valore di p_2 si ha nel punto d'intersezione colla curva dei massimi e minimi di p_2.

Per

$$\nu_5 = -7,1815$$

si ha un comportamento assolutamente analogo, solo nel punto (— 1,07722 , 0) si ha un flesso con tangente parallela all'asse p_3.

Per

$$-5,9458 > \nu_5 > -7,1815,$$

comportamento simile, ma il ramo partente da M_3 prima di divenire asintotico alla $p_3 = 5$ presenta una concavità rivolta verso l'asse delle p_3 per cui per certi valori di $k > -1,07722$ *questo ramo* è tagliato dalla $p_2 = k$ tre volte.

Per

$$\nu_5 = -5{,}9458,$$

la curva ha un punto doppio: i due rami dei casi precedenti si riuniscono nel punto $(-0{,}70370\ ,\ +0{,}77525)$.

Per

$$0 > \nu_5 > -5{,}9458,$$

la curva consta ancora di due rami; però, uno riunisce i due punti M_3 ed O, tagliando le $p_3 = -1{,}5811388$ e $p_3 = 0$ anche nei punti $0{,}11396\,\nu_5$ e $0{,}15\,\nu_5$; il minimo valore di p_2 è dato dall'intersezione colla curva dei massimi e minimi. L'altro ramo esce da M_1, va prima avvicinandosi con una inflessione all'asse delle p_2, fino all'intersezione colla curva dei massimi e minimi di p_3, poi taglia la $p_3 = +$ $+1{,}5811388$ in $0{,}21937\,\nu_5$ e con un altro flesso si rende asintotico alla $p_3 = 5$ senza tagliarla in alcun punto al finito.

Infine per

$$\nu_5 > 0$$

il ramo che riunisce i punti M_3 ed O non taglia le $p_3 = -1{,}5811388$ e $p_3 = 0$, e perciò non ha flessi. L'altro ramo esce da M_1, va allontanandosi da p_2 fino all'intersezione colla curva dei massimi e minimi di p_3 che incontra dopo avere tagliato la $p = 5$, poi, senza più tagliare questa retta, ne diviene asintotico.

§ 7. — Costruzione ed uso dei grafici.

Noi abbiamo studiato le curve delle due famiglie per potere trovare graficamente dei valori approssimati delle radici del sistema (V) che si possano poi approssimare maggiormente col metodo esposto al § 5. È perciò necessario di tracciare sopra carta millimetrata un certo numero di curve delle due famiglie in modo da potere determinare in ogni caso particolare le curve dell'una famiglia e dell'altra corrispondenti agli speciali valori dei parametri ν_4 e ν_5. Le coordinate p_2, p_3 dei punti d'intersezione ci danno i valori approssimati delle radici che noi cerchiamo.

Per tracciare le curve della famiglia ν_4 noi possiamo seguire il metodo esposto nel § 6 e servirci della $(\alpha)'$ di quel paragrafo; ma non altrettanto facile è la determinazione analitica dei punti delle curve ν_5. Infatti la equazione (β) di quelle curve è di terzo grado tanto rispetto a p_2 che a p_3, onde dando dei valori arbitrari all'una o l'altra di queste variabili dovremmo per determinare l'altra risolvere una equazione di terzo grado: procedimento alquanto lungo.

Più semplice a me sembra quello che segue:

Se noi consideriamo p_2, p_3, ν_5 come tre coordinate cartesiane ortogonali, l'equazione

$$5p_3 - 2p_3^3 - 20p_2^3 + 4p_3\,p_2^3 + 3p_2^2\nu_5 = 0$$

ci rappresenta una superficie S della quale le curve della famiglia ν_5 sono le sezioni coi piani $\nu_5 =$ costante.

Di questa superficie possono ottenersi con facilità le sezioni dei piani $p_2 = \text{cost}$: o $p_3 = \text{cost}$; infatti la equazione può scriversi:

$$-\nu_5 = \frac{5p_3 - 2p_3^3}{3p_2^2} + \frac{4p_3 - 20}{3} p_2 .$$

Per avere l'intersezioni col piano $p_2 = \text{cost}$: basta sostituire a p_2 questo valore e determinare quanti punti della curva del piano (p_3, ν_5) si vogliono dando a p_3 dei valori arbitrari e calcolando i corrispondenti valori di ν_5.

Per $p_2 = 0$, la curva ha per equazione $5p_3 - 2p_3^3 = 0$, essa si spezza perciò nelle tre rette $p_3 = 0$, $p_3 = +\sqrt{5/2}$, $p_3 = -\sqrt{5/2}$.

Questa famiglia di curve, intersezioni della superficie S coi piani $p_2 = \text{cost}$, è rappresentata nel piano (p_3, ν_5), dal grafico I. In esso sono tracciate le curve corrispondenti ai valori di p_2 di decimo in decimo da 0 a -1, e ogni due decimi da -1 a -2. Il grafico rappresenta la porzione del piano compresa tra le rette $p_3 = -4$, $p_3 = +4$, $\nu_5 = +30$, $\nu_5 = -40$; di ciascuna curva si sono calcolati i punti corrispondenti a valori di p_3 di decimo in decimo.

Per mezzo dello stesso procedimento si è costruito il grafico II. Esso rappresenta le intersezioni della stessa superficie S con i piani $p_3 = \text{cost}$. Le curve sono state tracciate servendosi degli stessi punti calcolati per il grafico precedente. La curva di questa famiglia corrispondente al parametro $p_3 = 0$ è la retta $\nu_5 = \frac{20}{3} p_2$. Così pure due rette si ottengono per i due valori di p_3 corrispondenti ai valori del parametro $p_3 = \pm 1{,}5811388$; si hanno in corrispondenza le rette $\nu_5 = +4{,}55848\, p_2$ e $\nu_5 = +8{,}77485\, p_2$.

Il grafico contiene la porzione del piano (p_2, ν_5) compreso fra le rette: $\nu_5 = -6$, $\nu_5 = +20$, $p_2 = 0$, $p_2 = -0{,}9$. Per semplicità si è sdoppiato segnando a sinistra le sole curve con $p_3 > -0{,}8$, a destra quelle con p_3 da -1 a $-1{,}6$.

Noi possiamo servirci di questi due grafici ausiliari per la costruzione delle curve della famiglia di parametro ν_5. Infatti si possono facilmente sull'uno e sull'altro trovare le intersezioni delle varie curve colle rette $\nu_5 = \text{cost}$; i valori di p_2 e p_3 corrispondenti a queste intersezioni ci danno le coordinate di altrettanti punti della curva della famiglia di parametro ν_5. Con questo metodo si sono costruite le curve che figurano nella tavola III tracciate in nero: in essa è rappresentata come ho già detto la porzione di piano (p_2, p_3) limitata dalle rette: $p_2 = 0$, $p_2 = -2$, $p_3 = +3$, $p_3 = -4$. In essa figurano le curve corrispondenti a valori interi del parametro ν_5, e solo quelle curve che per la chiarezza si sono potute tracciare: si noti che ogni curva consta di due rami.

Per servirsi di questo grafico III basta tracciare, interpolando, le due curve delle due famiglie corrispondenti ai valori dati di ν_4 e ν_5 e osservare le coordinate delle approssimative intersezioni. Queste intersezioni possono essere anche più di una, ma di ciò ci occuperemo nel paragrafo seguente.

I valori così determinati di p_2 e p_3 non sono però tanto approssimati in generale da poter loro applicare il metodo del § 5; o meglio prima di applicare quel metodo relativamente lungo è conveniente determinare dei valori anche più prossimi

alle radici, ciò che può farsi con poca fatica tracciando sopra carta millimetrata quei tratti delle due curve che c'interessano.

I punti della ν_4 si determinano analiticamente colla $(\alpha)'$, i punti di ν_5 si determinano graficamente servendosi delle tavole I e II nel modo sopra indicato per la costruzione del grafico III. In tal modo possono trovarsi dei valori di p_2 e p_3 che differiscono dalle radici di meno di 0,01, poichè può determinarsi questa intersezione senza difficoltà con un millimetro di approssimazione.

In questa ricerca può essere utile di vedere se un punto (p_{2_0}, p_{3_0}) che a noi sembra intersezione è interno od esterno alle ν_4 e ν_5: per questa ricerca valgano le regole seguenti:

Un punto (p_{2_0}, p_{3_0}) giace dalla parte dell'origine rispetto ad una ν_4, o dalla parte opposta, secondo che

$$1 - 4p_{3_0} - 2p_{3_0}^2 + 6p_{2_0}^3 + 3p_{2_0}\nu_4 \gtrless 0 .$$

Il punto giace rispetto alla ν_5 dalla banda del punto $(0, \pm 0{,}91287)$ secondo che

$$5p_{3_0} - 20p_{2_0}^3 - 2p_{3_0}^3 + 4p_{3_0}p_{2_0}^3 + 3p_{2_0}^2\nu_5 \gtrless 0 ,$$

considerando che due punti stiano dalla stessa banda della curva anche quando per andare dall'uno all'altro si debba tagliare un numero pari di volte la curva.

Finalmente se applichiamo il metodo di approssimazione esposto nel § 5 noi considereremo sempre punti che giacciono sulla ν_4: questi giaceranno rispetto alla ν_5 dalla stessa banda del punto $(0, \pm 0{,}91287)$ secondo che $E(p_{2_0})$ sarà positivo o negativo; onde per approssimare realmente la radice con quel metodo dovremo trovare dei valori successivi $p_{2_0}, p_{2_0} + h, \ldots$ che rendano $E(p_2)$ sempre nello stesso segno contrario a quello di $h \ldots$, ed in valore assoluto sempre più piccolo.

§ 8. — Discussione delle soluzioni.

Il prof. Pearson nella più volte citata Memoria dimostra la unicità teorica del risultato qualunque sia il metodo con cui una curva dimorfica può scomporsi nelle sue componenti.

La sua dimostrazione, impeccabile in teoria, non è in pratica di alcuna utilità: infatti si basa sul comportamento della curva a distanza grandissima dall'asse, ove x sia così grande da render trascurabili b_1 e b_2 (distanze degli assi delle componenti dal baricentro della curva dimorfica); ora tutte le curve empiriche hanno sempre estensione limitata e perciò è inutile parlare del modo come si dovrebbero comportare a grande distanza dall'asse.

Del resto in pratica il metodo dei momenti usato dal Pearson e da me può condurre a più di una soluzione.

La equazione risolvente (14) è di nono grado, ma i termini estremi sono di segno contrario onde il numero delle soluzioni possibili (radici reali e negative di questa equazione) è al più di 8, in ogni caso in numeri pari.

Ciò si verifica nel grafico: per $\nu_4 > -7$ il nostro problema ammette o due o nessuna soluzione e queste si trovano nel grafico. Se $\nu_4 < -7$ io penso che non possano esistere lo stesso più di due radici reali con p_2 negativo; non sono però riuscito a dimostrarlo: solo, colla regola dei segni di Cartesio, si vede che tali radici non possono essere più di 4.

Infatti se $\nu_4 < 0$ la successione dei segni dei termini della (14) per p_2 negativo è:

$$-, 0, +, +, \pm, -, \pm, \pm, -, -$$

qualunque sia ν_5. Come si vede essa ammette al più quattro variazioni. Non sono però riuscito a dimostrare che le radici negative non possano essere più di due: i polinomi di Sturm riescono troppo complicati.

Se, essendo $\nu_4 < -7$, è pure $\nu_5 < -5,94587$ allora esistono certo sempre due radici reali, una si trova nel grafico l'altra resta facile ad approssimare: onde se sono due sole le radici reali negative della (14) anche in tal caso il grafico permette di ottenere tutte le soluzioni del problema.

Se invece, essendo $\nu_4 < -7$, è $\nu_5 > -5,94587$ allora esistono o due o nessuna (non credo mai quattro) di tali radici; per molti valori di ν_4 e ν_5, una od entrambe di tali radici cadono entro il grafico.

Ottenuti i valori di p_2 e p_3, per ogni sistema di questi si determinano sempre univocamente γ_1, γ_2, v_1, v_2, z_1 e z_2. Così per b_1 e b_2 si ottengono sempre valori reali e di segno contrario (poichè p_2 è negativo), e per c_1 e c_2 valori reali e positivi.

Solo per

$$\sigma_1^2 = (v_1 - 1)\, b_1^2 + \frac{\mu_2}{\alpha} \quad , \quad \sigma_2^2 = (v_3 - 1)\, b_2^2 + \frac{\mu_2}{\alpha}$$

possono in qualche caso trovarsi dei valori negativi che portino a σ_1 o σ_2 immaginari. In queste formule è $\frac{\mu_2}{\alpha}$ sempre positivo, però v_2 e v_1 sono di segno contrario come γ_1 e γ_2 come ci dice la relazione

$$\gamma_2\, v_2 = \gamma_1\, v_1 ,$$

perciò nei due parametri σ_1^2 e σ_2^2 almeno uno è sempre minore di $\frac{\mu_2}{\alpha}$; l'altro è minore o maggiore di questa quantità secondo che

$$-9p_2^3 \gtrless 1 - p_3 - 2p_3^2 .$$

Ciò si ricava dalle relazioni

$$3v_1\gamma_1 = 2p_1 - \frac{1}{p_2} \quad , \quad p_3 = p_1 p_2 \quad \text{e} \quad \gamma_1 = \frac{p_1 + \sqrt{p_1^2 - 4p_2}}{2}$$

ricavate dalle (10), (12) e (15). Per la ignoranza del valore di $\frac{\mu_2}{\alpha}$, non si può sapere quando σ_1^2 o σ_2^2 essendo minori di $\frac{\mu_2}{\alpha}$ sono anche minori di zero.

Quando col metodo esposto si giunge a più di una soluzione bisogna scegliere fra queste la più conveniente. In generale nella pratica biometrica ci saranno delle ragioni biologiche che ci faranno decidere per l'una o per l'altra delle soluzioni trovate. In mancanza di queste il Pearson consiglia di calcolare i sesti momenti e scegliere quella soluzione il cui sesto momento si avvicina di più a quello della curva empirica data. È questo un criterio imperfetto come lo stesso professore riconosceva fino da quando lo ha proposto e che conduce a calcoli troppo lunghi per le applicazioni pratiche.

Teoricamente il miglior modo di usare dei risultati trovati a me sembrerebbe quello di considerarli solo come approssimati e di applicare loro il metodo dei minimi quadrati. Sarebbe molto interessante vedere in tal modo, in casi particolari, se alle diverse soluzioni corrispondono altrettanti sistemi di parametri di massima probabilità, oppure un solo sistema. Nel primo caso qualunque altro metodo anche indipendente dai momenti potrebbe condurre a più di una soluzione ugualmente legittima. In questa ricerca non vi è altra difficoltà che la lunghezza dal calcoli nell'applicazione dei metodi di Gauss.

Praticamente il modo più semplice per scegliere fra le soluzioni trovate a me sembra quello di costruire le curve dimorfiche corrispondenti alle varie soluzioni e confrontarle col poligono empirico dato calcolando l'area compresa fra i due nel modo proposto dal Pearson o dal Duncker [1].

Anche quando non esistono radici reali del sistema (V) si può eseguire in qualche caso una scomposizione approssimata prendendo un punto (p_2, p_3) del grafico III che sia più vicino possibile ad entrambe le curve ν_4 e ν_5; è questa la *tendenza ad una radice* considerata dal Pearson per trovare la quale egli fa la derivata della nonica risolvente.

Specialmente per questo scopo è utile la rappresentazione grafica che ci aiuta là dove analiticamente non potremmo trovare alcuna soluzione reale.

§ 9. — Procedimento pratico.

Riassumendo le cose dette ed i metodi proposti, la risoluzione del problema consiste nelle seguenti operazioni:

1) Si calcolano della curva empirica data i primi cinque momenti e si dividono per l'area (α), applicando loro le correzioni convenienti (se si determinano col metodo analitico di sommare le potenze delle deviazioni dalla media di tutte le varianti e dividere per il numero totale di varianti).

In tal modo se si prende per asse l'ordinata passante per il baricentro si hanno $\mu'_2, \mu'_3, \mu'_4, \mu'_5$, (dove con queste lettere si indicano i momenti divisi per l'area come si usa comunemente).

2) Si calcolano

$$\nu_4 = \frac{\mu'_4 - 3\mu'^2_2}{\mu'^{4/3}_3} \quad , \quad \nu_5 = \frac{\mu'_5 - 10\mu'_2\mu'_3}{\mu'^{5/3}_3} .$$

(1) Vedi perciò il manuale del Devenport già citato e lo scritto di A. Gallardo, *Concordancia entre los poligonos empiricos de variacion y las correspondientes curvas teoricas*, in Anales de la Sociedad Argentina, tomo LII, pag. 61.

3) Si risolve il sistema (V):

$$1 - 4p_3 - 2p_3^2 + 6p_2^3 + 3p_2 \nu_4 = 0,$$
$$5p_3 - 20p_2^3 - 2p_3^3 - 4p_3 p_2^3 + 3p_2^2 \nu_5 = 0;$$

ovvero l'equazione (14) che può scriversi:

$$8p_2^9 + 28\nu_4 p_2^7 + 12p_2^6 + 6(4\nu_5 + 5\nu_4^2) p_2^5 + 2(74\nu_4 - 3\nu_5^2) p_2^4 +$$
$$+ 3(32 - 12\nu_4 \nu_5 + 3\nu_4^3) p_2^3 - 3(8\nu_5 + 7\nu_4^2) p_2^2 - 32\nu_4 p_2 - 8 = 0,$$

e poi la (13)

$$p_3 = \frac{-8p_2^3 + 3p_2(2\nu_4 + p_2\nu_5) + 2}{2p_2^3 + 3\nu_4 p_2 + 4},$$

ovvero la

$$p_3 = -1 \pm \sqrt{{}^3/_2 (2p_2^3 + p_2 \nu_4 + 1)}$$

dove l'indeterminatezza del doppio segno si risolve considerando il grafico; o con un metodo o con l'altro si trovano delle coppie di valori p_2 e p_3 (con p_2 negativo) che corrispondono ad altrettante soluzioni del problema.

Se si fa uso dell'equazione (14) si ricordi che un limite inferiore delle radici reali negative è dato dalla radice reale negativa della

$$2p_2^3 + p_2 \nu_4 + 1 = 0.$$

4) Noti p_2 e p_3 si calcola

$$p_1 = \frac{p_3}{p_2};$$

poi γ_1 e γ_2 che sono le due radici della

$$\gamma^2 - p_1 \gamma + p_2 = 0,$$

inoltre

$$v_1 = \frac{1}{3\gamma_1}\left(2p_1 - \frac{1}{p_2}\right), \text{ e } v_2 = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} v_1, \quad z_1 = -\frac{\gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2}, \text{ e } z_2 = 1 - z_1.$$

5) Noti $\gamma_1, \gamma_2, z_1, z_2, v_1, v_2$, si calcolano i parametri delle curve normali componenti per mezzo delle formule:

$$b_1 = \gamma_1 \sqrt[3]{\mu_3'}, \quad b_2 = \gamma_2 \sqrt[3]{\mu_3'},$$
$$c_1 = \alpha z_1, \quad c_2 = \alpha z_2,$$
$$\sigma_1^2 = (v_1 - 1) b_1^2 + \mu_2', \quad \sigma_2^2 = (v_2 - 1) b_2^2 + \mu_2'.$$

Le equazioni delle curve componenti sono allora:

$$y = \frac{c_1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-b_1)^2}{2\sigma_1^2}} \quad \text{e} \quad y = \frac{c_2}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-b_2)^2}{2\sigma_2^2}}.$$

Il procedimento è analogo a quelle del Pearson, la differenza principale consiste nel modo di risolvere il sistema (V) con metodi grafici ed analitici di cui ecco le varie operazioni.

Per risolvere il sistema (V) dati ν_4 e ν_5 si operi come segue:

(i) Osservando i segni ed i valori di ν_4 e ν_5 si cerchi il numero delle radici reali con p_2 negativo ricordando che: se $\nu_4 > -7$ esistono o due o nessuna radice e ciò può vedersi nel grafico III, se $\nu_4 < -7$ ed è $\nu_5 < -6$ esistono sempre due radici reali di cui una si trova nel grafico, se invece è $\nu_4 < -7$ e $\nu_5 > -6$ allora esistono o due o nessuna (non posso escludere che possano essere anche quattro) di tali radici; per molti valori di ν_4 e ν_5 gli affissi di queste radici cadono nel grafico III.

(ii) Per ogni soluzione data dal grafico si determinino dei valori più approssimati delle coordinate col metodo grafico esposto nel § 8, tracciando sopra carta millimetrata quei tratti delle due curve ν_4 e ν_5 che c'interessano: della ν_4 si determinano i punti analiticamente dando valori arbitrari a p_2 e calcolando i p_3 corrispondenti colla formula

$$p_3 = -1 \pm \sqrt{3(p_2^3 + \tfrac{1}{2} p_2 \nu_4 + \tfrac{1}{2})},$$

della ν_5 si determinano i punti per mezzo dei grafici I e II.

In tal modo il punto può talvolta approssimarsi a meno di un millimetro, ovvero i valori di p_2 e p_3 a meno di 0,01.

(iii) Una approssimazione maggiore può ottenersi per tentativi. Sia p_{2_0} il valore trovato per p_2, si calcoli $E(p_{2_0})$ dove

$$E(p_2) = 5p_3 - 20p_2^3 - 2p_3^3 + 4p_3 p_2^3 + 3p_2^2 \nu_5$$

immaginando sostituito per p_3 il valore

$$p_3 = -1 \pm \sqrt{3(p_2^3 + \tfrac{1}{2} p_2 \nu_4 + \tfrac{1}{2})}.$$

Se $E(p_{2_0}) = 0$, p_{2_0} è la radice cercata; se no si prenda un valore p_{2_1} vicino a p_{2_0} maggiore o minore secondo che il punto si trova da una banda o dall'altra della ν_5 (si ricordi perciò che il punto considerato giace dalla banda del punto $(0, +\sqrt{5/6})$ se $E(p_{2_0}) > 0$, giace dalla banda del punto $(0, -\sqrt{5/6})$ se $E(p_{2_0}) < 0$).

(iv) Ottenuto un valore p_{2_0} sufficientemente approssimato di p_2 si può maggiormente approssimare col metodo esposto nel paragrafo 5. Cioè un valore più vicino alla radice è dato da $p_{2_0} + h$ deve:

$$h = -\frac{E(p_{2_0})}{\left(\frac{dE}{dp_2}\right)},$$

essendo

$$E(p_2) = 5p_3 - 20p_2^3 - 2p_3^3 + 4p_3 p_2^3 + 3p_2^2 \nu_5,$$

e

$$\frac{dE}{dp_2} = 6p_2(2p_3 p_2 + \nu_5 - 10\, p_2) + \frac{3}{2} \frac{(4p_2^3 - 6p_3^2 + 5)(3p_2^2 + \frac{1}{2}\nu_4)}{1 + p_3}.$$

imaginando sostuita a p_3 la sua espressione in funzione di p_2.

Questo metodo può applicarsi più volte di seguito prendendo i valori già calcolati $p_{2_0} + h$ come approssimati. I valori di $E(p_2)$ che si trovano successivamente devono essere sempre dello stesso segno e diminuire in valore assoluto.

Trovato p_2 si ha p_3 colla

$$p_3 = -1 \pm \sqrt{3(p_2^3 + \tfrac{1}{2}\, p_2 \nu_4 + \tfrac{1}{2})}\,.$$

E così è risoluto il sistema (V).

Notiamo che spesso non è necessaria l'operazione (iii) ed al valore di p_2 trovato colla (ii) può subito applicarsi il metodo (iv).

Se dal grafico III si resta incerti se esistono due o nessuna radice reale allora col metodo esposto nel comma (ii) si può sincerarsene tracciando quelle porzioni delle curve in cui la distanza è minore e si vede facilmente se esse si tagliano o no.

Se non si può fare uso dei grafici per risolvere il sistema (V) perchè il punto corrispondente non è in essi contenuto allora bisogna ricorrere all'equazione (14) di cui si conosce un limite inferiore delle radici negative. Per il numero delle radici reali vale ciò che si è detto nel comma (i). Qualche volta usando del metodo dei tentativi (iii) si può anche risparmiarsi il calcolo dei coefficienti della (14). In ogni modo avendo dei valori approssimati di p_2 si può trovare il vero valore col metodo (iv) sopra riportato.

Per chiarire i metodi esposti li applicherò a qualcuno degli esempi già trattati dal prof. Pearson e ad altri.

§ 10. — Esempi.

Esempio 1°.

Larghezza della fronte dei granchi studiati dal Weldon (Dalla statistica riportata dal Pearson).

I momenti rispetto alla verticale centrale calcolati dal Pearson sono:

$$\begin{aligned}\alpha &= 1\\ \mu_1 &= 0\\ \mu_2 &= 22{,}716599\\ \mu_3 &= -53{,}874770\\ \mu_4 &= 1576{,}333413\\ \mu_5 &= -9598{,}313922.\end{aligned}$$

Calcolando ν_4 e ν_5 colle formule date si trova:

$$\begin{aligned}\nu_4 &= +0{,}139583\\ \nu_5 &= -3{,}435536.\end{aligned}$$

Cerchiamo con questi valori le radici del sistema (V), dal grafico III non risulta chiaro se esistono due radici reali negative per p_2, o nessuna. Applichiamo perciò il metodo di interpolazione grafica proposto nel comma (ii) del paragrafo precedente: in tal modo si traccia la figura 3 [1].

[1] Per maggiore chiarezza tipografica questa figura e la seguente sono tracciate in scala quasi doppia, di ciò si tenga conto nel confrontarle coi grafici.

La curva ν_5 si calcola per mezzo dei grafici I e II, della ν_4 si calcolano alcuni punti prendendo valori arbitrari di p_2; si hanno così per esempio i punti:

p_2	p_3
— 0,45	+ 0,064150
— 0,50	+ 0,010105
— 0,55	— 0,058870
— 0,60	— 0,147725
— 0,65	— 0,265150

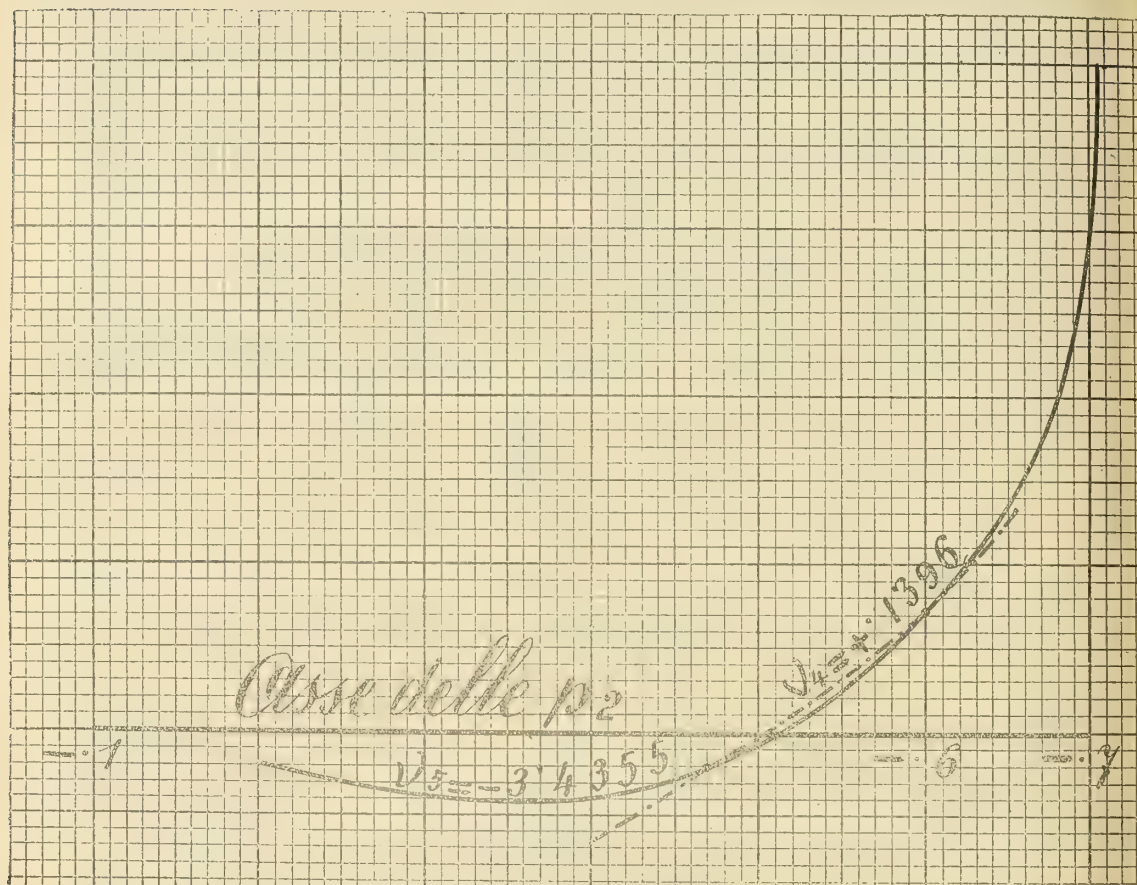



Fig. 3.

Da questa figura una radice di p_2 sembra cadere fra — 0,45 e — 0,50 ed un'altra intorno a — 0,60.

Per sincerarcene calcoliamo:

$$E(-0,45) = +0,0325,$$
$$E(-0,50) = -0,0312,$$
$$E(-0,60) = +0,00508.$$

Si vede così che una radice di p_2 deve realmente cadere fra $-0,45$ e $-0,50$ e l'altra è di poco maggiore di $-0,60$ come si rileva dal segno di E.

Prima di applicare il metodo di approssimazione (iv) cerchiamo dei valori di p_2 più vicini alle radici.

Poichè la radice p_2 deve soddisfare alla $E(p_2) = 0$, supponendo E funzione lineare di p_2 (o meglio sostituendo in questo piccolo tratto alla curva la sua corda), indicando con $-0,45 - x$ la radice, avremo:

$$\frac{x}{0,05} = \frac{0,0325}{0,0325 + 0,0312} = \frac{225}{637},$$

da cui

$$x = -0,025.$$

Proviamo perciò il valore $p_2 = -0,47$. Si trova

$$E(-0,47) = +0,0017,$$

abbastanza piccolo per applicare il metodo differenziale di approssimazione. Per l'altra radice provando $-0,59$ si ha

$$E(-0,59) = +0,1092$$

onde $-0,59$ è un valore troppo grande.

Per trovare un valore più approssimato stabiliamo anche qui la proporzione

$$x : 0,01 :: 0,00508 : (0,00508 + 0,01092),$$

da cui $x = 0,003$.

Si ha così il valore $p_2 = -0,597$ molto approssimato come si può rilevare formando

$$E(-0,597) = -0,00006.$$

Il valore di p_3 corrispondente si trova facilmente essere

$$p_3 = -0,141702.$$

Mostriamo come si applica il metodo di approssimazione differenziale partendo dal valore trovato $p_{2_0} = -0,47$ della prima radice:

Si calcola perciò

$$p_{3_0} = -1 \pm \sqrt{3(p_{2_0}^3 + \tfrac{1}{2} p_{2_0} \nu_4 + \tfrac{1}{2})},$$

e si trova

$$p_3 = +0,0440905.$$

Poi si trova

$$E(p_{2_0}) = +0,0017,$$

come già avevo scritto. Poniamo ora la vera radice uguale a

$$p_{2_0} + k.$$

Sappiamo che

$$k = -\frac{E(p_{2_0})}{\left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0}.$$

$E(p_{2_0})$ è già calcolato: cerchiamo il denominatore ricordando che

$$\left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0 = 6(2p_{2_0}^2 p_{3_0} + p_{2_0}\nu_5 - 10p_{2_0}^2) + {}^3/_2 \frac{(4p_{2_0}^3 - 6p_{3_0}^2 + 5)(3p_{2_0}^2 + \frac{1}{2}\nu_4)}{1 + p_{3_0}}.$$

Si trova

$$\left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0 = +1,363459.$$

In corrispondenza si ha $k = -0,0012463$ e $p_2 = -0,471246$.

Volendo un'approssimazione maggiore possiamo ripetere l'operazione partendo dal valore $p_{2_1} = -0,471246$; si trova così

$$p_{3_1} = +0,0427753\ ,\ E(p_{2_1}) = +0,000014\ ,\ \left(\frac{dE}{dp_2}\right)_1 = +1,34236,$$

e perciò $k_1 = -0,00001043$, onde $p_2 = -0,47125643$.

Nello stesso modo si potrebbe approssimare maggiormente l'altra radice trovata $p_{2_0} = -0,597$ che però è molto vicina al vero valore.

Adesso dovremmo continuare il procedimento esposto nel paragrafo precedente fino a giungere alla determinazione di tutti i parametri delle curve componenti, ma non esponiamo qui tutto il procedimento che conduce alle stesse soluzioni trovate dal Pearson, riservandoci di farlo per altro esempio.

Esempio 2°.

« *Crabs N. 4* » pure dalle misurazioni del Weldon riportate dal Pearson:

$$\mu_1 = 0$$
$$\mu_2 = 7,5092$$
$$\mu_3 = 3,4751$$
$$\mu_4 = 176,7280$$
$$\mu_5 = 271,6007.$$

Con questi dati si calcolano:

$$\nu_4 = +1,43696$$
$$\nu_5 = +1,3356.$$

Dalla tavola III considerando le curve corrispondenti a questi parametri apparisce probabile che non esistano per p_2 radici reali negative: di questo possiamo sincerarci tracciando come è fatto nella figura le due curve; della ν_5 si sono trovati

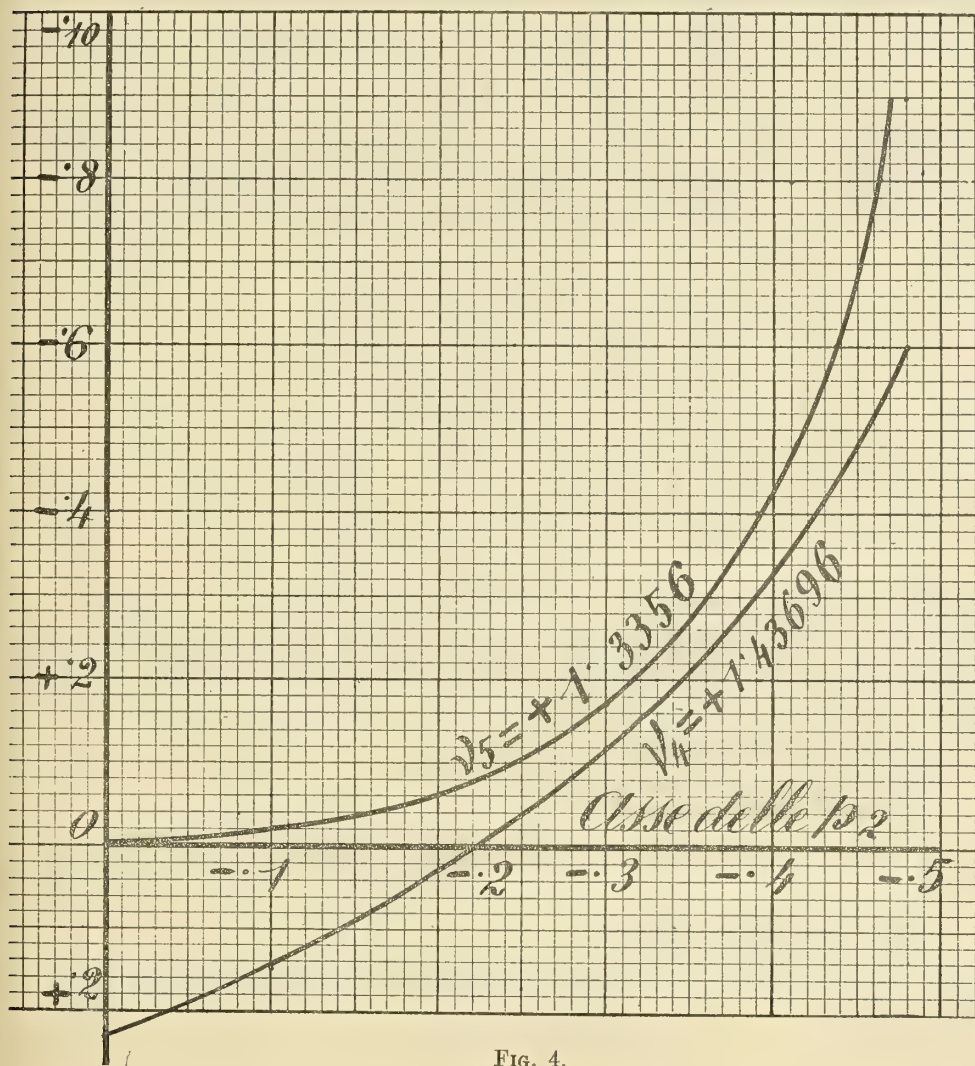



Fig. 4.

dei punti col metodo d'interpolazione grafica prima esposto, della ν_4 si sono calcolate le coordinate di qualche punto, così abbiamo:

p_2	p_3
— 0,2	+ 0,0222
— 0,3	— 0,12115
— 0,4	— 0,3303
— 0,5	— 0,78256.

Dalla figura 4 risulta evidente che le ν_4 e ν_5 non si tagliano e perciò non esistono soluzioni reali del nostro problema.

Però potrebbe prendersi come radice approssimata un punto compreso fra le due curve, per es. quello di coordinate $p_2 = -0,36$, $p_3 = -0,26$, e con questi valori calcolare i parametri delle curve normali componenti. In questo modo qualche volta si ottengono dei buoni risultati.

Esempio 3°.

Studiando la capacità cranica degli indigeni della Nuova Guinea ho trovato per le femmine una statistica che ho provato a scomporre coi metodi esposti.

Prendendo l'unità uguale a 50 cm³, l'area ed i momenti sono:

$$\begin{aligned} \alpha &= \quad 80 \\ \mu'_2 &= + \ 4,497565 \\ \mu'_3 &= - \ 0,637370 \\ \mu'_4 &= + 53,392913 \\ \mu'_5 &= - \ 8,44735. \end{aligned}$$

Da cui

$$\nu_4 = -13,293 \quad , \quad \nu_5 = -42,832 .$$

Delle due radici l'una è contenuta nella tavola con $-0,1 > p_2 > -0,2$, $+1 > p_3 > +1,2$ e di questa non ci occupiamo poichè si approssimerebbe come negli esempi precedenti. Per l'altra il punto corrispondente non è contenuto nel grafico, ma dall'andamento delle curve può ritenersi che p_2 sia non molto diverso da -2.

Applichiamo il metodo (iii).

Calcoliamo perciò con $p_2 = -2$

$$p_3 = -1 \pm \sqrt{3/2\,(2p_2^3 + p_2\nu_4 + 1)} .$$

Si trova approssimativamente:

$$p_3 = -5,17.$$

Si calcola allora

$$E(-2) = +61,98 .$$

Il punto ($p_2 = -2$, $p_3 = -5,17$) che si trova sulla $\nu_4 = -13,293$ giace rispetto alla $\nu_5 = -42,832$ dalla banda del punto $(0, +\sqrt{5/6})$ (nel senso che una congiungente di questi due punti taglia un numero pari di volte la curva).

Il punto $(-2, -5,17)$ giace perciò nella porzione del campo tratteggiata nella figura schematica (V. figura 5).

Poichè p_3 è minore di -1, il valore $p_2 = -2$ è troppo grande per la radice (il contrario sarebbe se fosse > -1).

Dovremo perciò tentare un valore di p_2 più piccolo. Poniamo

$$p_2 = -2,5 .$$

Si trova

$$p_3 = -3{,}11 \quad , \quad E(-2{,}5) = -251{,}62.$$

Il vero valore di p_2 è perciò compreso fra -2 e $-2{,}5$. Interpolando linearmente si trova approssimativamente $p_2 = -2{,}1$. Provando con $p_2 = -2{,}1$ si ha $E(-2{,}1) = +19{,}845$ onde un valore più approssimato sarà $p_2 = -2.14$. A questo stesso valore si può giungere ugualmente costruendo l'equazione

$$24p_2^9 - 1160{,}617p_2^7 + 36p_2^6 + 12819{,}366p_2^5 - 38924{,}616p_2^4 - \\ - 124623{,}927p_2^3 - 8048p_2^2 + 1276{,}128p_2 - 24 = 0.$$

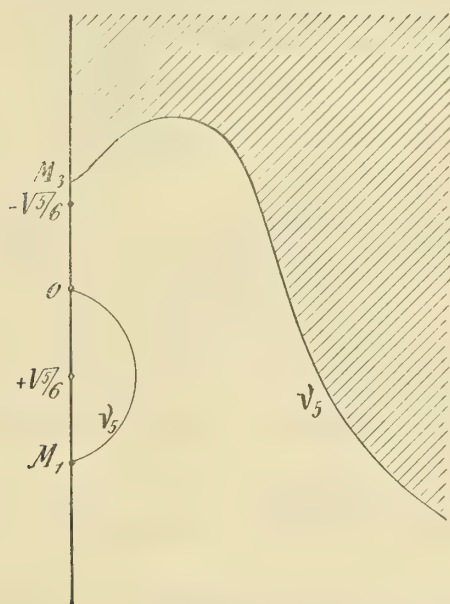



Fig. 5.

Un limite inferiore delle sue radici reali negative è dato dalla radice reale dell'equazione

$$2p_2^3 + p_2 v_4 + 1 = 0,$$

perciò p_2 è certo maggiore di $-2{,}7$ e per tentativi si troverebbe compreso fra $-2{,}14$ e $-2{,}15$.

Applichiamo a $p_{2_0} = -2{,}14$ il metodo (iv).

Diciamo $p_2 = p_{2_0} + h$ dove

$$h = -\frac{E(p_{2_0})}{\left(\dfrac{dE}{dp_2}\right)_0}.$$

Si trova

$$p_{3_0} = -4{,}843 \ , \ E(p_{2_0}) = +0{,}301 \ , \ \left(\frac{dE}{dp_2}\right)_0 = +896{,}567 \ , \ h = -0{,}0003.$$

Si avrebbe così

$$p_2 = -2{,}1403.$$

Continuando in questo modo si trova

$$p_2 = -2{,}1407736 \quad , \quad p_3 = -4{,}840956.$$

Con queste

$$p_1 = +2{,}261311.$$

La quadratica è allora

$$\gamma^2 - 2{,}261311\,\gamma - 2{,}1407736 = 0,$$

che dà

$$\gamma_1 = +2{,}97975,$$
$$\gamma_2 = -0{,}71843;$$

da cui

$$b_1 = -2{,}56432 \quad , \quad c_1 = 15{,}5413$$
$$b_2 = +0{,}61827 \quad , \quad c_2 = 64{,}4583,$$
$$\sigma_1 = 1{,}26184,$$
$$\sigma_2 = 1{,}79731.$$

Le equazioni delle due componenti rispetto al baricentro della curva dimorfica sono

$$y = 4{,}9257 e^{-\frac{(x+2{,}56432)^2}{3{,}18460}} \quad , \quad y = 14{,}3077 e^{-\frac{(x-0{,}61827)^2}{6{,}46062}}.$$

Le curve dimorfiche come pure la risultante ed il poligono empirico sono tracciate nella prima figura della tavola IV.

Questa curva dimorfica dà una buona rappresentazione della statistica poichè l'errore percentuale è del 6,98 %, essendo 80 il numero degli individui misurati.

§ 11. — Casi particolari.

Le posizioni che conducono al sistema (IV) non possono farsi nell' unico caso che sia $\mu'_3 = 0$: poichè noi supponiamo sempre $\mu_1 = 0$ si vede che in tal caso la curva è quasi simmetrica.

Se $\mu'_3 = 0$ partiamo dal sistema (I) e colle posizioni:

$$\frac{\mu}{\alpha} = \mu' \qquad \begin{matrix} z_1 = \dfrac{c_1}{\alpha} & \tau_1^2 = \sigma_1^2 - \mu'_2 & w_1 = \dfrac{\tau_1^2}{b_1^2} \\ z_2 = \dfrac{c_2}{\alpha} & \tau_2^2 = \sigma_2^2 - \mu'_2 & w_2 = \dfrac{\tau_2^2}{b_2^2} \end{matrix}$$

si ha il sistema:

$$(1)_1 \qquad z_1 + z_2 = 1$$

$$(2)_1 \qquad b_1 z_1 + b_2 z_2 = 0$$

$$(3)_1 \qquad b_1^2 z_1(1 + w_1) + b_2^2 z_2(1 + w_2) = 0$$

$$(4)_1 \qquad b_1^3 z_1(1 + 3w_1) + b_2^3 z_2(1 + 3w_2) = 0$$

$$(5)_1 \qquad b_1^4 z_1(1 + 6w_1 + 3w_1^2) + b_2^4 z_2(1 + 6w_2 + 3w_2^2) = \mu_4' - 3\mu_2'^2$$

$$(6)_1 \qquad b_1^5 z_1(1 + 10w_1 + 15w_1^2) + b_2^5 z_2(1 + 10w_2 + 15w_2^2) = \mu_5'.$$

Notiamo che l'espressione $\mu_4' - 3\mu_2'^2$ ha un segno indipendente dalla direzione positiva dell'asse delle ascisse, mentre μ_5' può, prendendo convenientemente quella direzione, rendersi sempre positivo.

Ora poniamo

$$1 + w_1 = v_1 \quad , \quad 1 + w_2 = v_2 ,$$

ed inoltre, supponendo $\mu_4' - 3\mu_2'^2 \neq 0$;

$$\gamma_1 = \frac{b_1}{\sqrt[4]{|\mu_4' - 3\mu_2'^2|}} \quad , \quad \gamma_2 = \frac{b_2}{\sqrt[4]{|\mu_4' - 3\mu_2'^2|}} \quad , \quad \nu_5' = \frac{\mu_5'}{|\mu_4' - 3\mu_2'^2|^{5/4}} .$$

Facendo queste sostituzioni e risolvendo le due prime equazioni rispetto a z_1 e z_2:

$$(7)_1 \qquad z_1 = -\frac{\gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2}$$

$$(8)_1 \qquad z_2 = \frac{\gamma_1}{\gamma_1 - \gamma_2}$$

$$(3)_1' \qquad \gamma_1^2 z_1 v_1 + \gamma_2^2 z_2 v_2 = 0$$

$$(4)_1' \qquad \gamma_1^3 z_1(3v_1 - 2) + \gamma_2^3 z_2(3v_2 - 2) = 0$$

$$(5)_1' \qquad \gamma_1^4 z_1(3v_1^2 - 2) + \gamma_2^4 z_2(3v_2^2 - 2) = \pm 1$$

$$(6)_1' \qquad \gamma_1^5 z_1(15v_1^2 - 20v_1 + 6) + \gamma_2^5 z_2(15v_2^2 - 20v_2 + 6) = \nu_5',$$

dove ν_5' è sempre positivo.

Dalla $(3)_1'$ sostituendo i valori di z_1 e z_2 dati dalle due prime si ha:

$$(9)_1 \qquad \gamma_1 v_1 = \gamma_2 v_2 .$$

Inoltre dalle $(7)_1$ ed $(8)_1$:

$$\gamma_2 z_2 = -\gamma_1 z_1 .$$

Sostituendo nella $(4)_1'$:

$$3\gamma_1 v_1 = 3\gamma_2 v_2 = 2(\gamma_1 + \gamma_2) .$$

Ponendo

$$(10)_1 \qquad p_1 = \gamma_1 + \gamma_2 \quad , \quad p_2 = \gamma_1 \gamma_2 ,$$

si ha:

$$(11)_1 \qquad 3\gamma_1 v_1 = 3\gamma_2 v_2 = 2p_1 .$$

Notiamo che per il nostro problema $p_2 = \gamma_1 \gamma_2$ dev'essere minore di zero perchè b_1 e b_2 (passando l'asse delle ordinate per il baricentro) devono essere di segno contrario. Sostituiamo nelle $(5)'_1$ e $(6)'_1$ a z_1 e z_2, $\gamma_1 v_1$, $\gamma_2 v_2$ i valori trovati, abbiamo così le due equazioni seguenti colle due sole incognite p_1 e p_2:

$$(12)_1 \qquad {}^2/_3\, p_1^2 p_2 - 2p_2^2 = \pm 1$$

$$(13)_1 \qquad {}^2/_3\, p_1^3 p_2 - {}^4/_3\, p_1 p_2^2 = \nu'_5 .$$

Volendo tener conto solo delle soluzioni con $p_2 < 0$ si vede che *il nostro problema è risolubile solo nel caso di* $\mu'_4 - 3\mu'^2_2 < 0$ poichè allora il secondo membro della $(12)_1$ è uguale a -1.

In tal caso sostituendo alla $(13)_1$ la sua differenza colla prima moltiplicata per p_1 si ha il sistema:

$$(12)_1 \qquad {}^2/_3\, p_1^2 p_2 - 2p_2^2 = -1$$

$$(14)_1 \qquad {}^2/_3\, p_1 p_2^2 = \nu'_5 + p_1 .$$

Dalla seconda $p_1 = \dfrac{\nu'_5}{{}^2/_3\, p_2^2 - 1}$ da cui $p_1^2 = \dfrac{\nu'^2_5}{{}^4/_9\, p_2^4 - {}^4/_3\, p_2^2 + 1}$ che sostituito nella $(12)_1$:

$$ {}^2/_3\, p_2 \nu'^2_5 - 2p_2^2({}^4/_9\, p_2^4 - {}^4/_3\, p_2^2 + 1) = -({}^4/_9\, p_2^4 - {}^4/_3\, p_2^2 + 1) ;$$

che può anche scriversi:

$$(15)_1 \qquad {}^2/_3\, p_2 \nu'^2_5 = (2p_2^2 - 1)({}^2/_3\, p_2^2 - 1)^2 .$$

Per determinare p_2 radice di questa equazione può graficamente determinarsi l'intersezione della retta $y = -{}^2/_3\, p_2 \nu'^2_5$ colla curva tracciata nella figura (V. fig. 6) di equazione

$$y = -(2p_2^2 - 1)({}^2/_3\, p_2^2 - 1)^2 .$$

Si vede che per ogni valore di ν'_5 esiste una ed una sola radice reale negativa per p_2 che è maggiore di $-\dfrac{1}{\sqrt{2}}$. Nella figura è tracciata per dare un esempio la retta $y = -\cdot 7336\, p_2$, si vede che la radice corrispondente è circa $p_2 = -\cdot 49$.

Noto p_2 si ha p_1 dalla $p_1 = \dfrac{\nu'_5}{{}^2/_3\, p_2^2 - 1}$; γ_1 e γ_2 dalla

$$\gamma^2 - p_1 \gamma + p_2 = 0 .$$

si hanno poi z_1 e z_2 dalle $(7)_1$ ed $(8)_1$, v_1 e v_1 dalla $(11)_1$.

I parametri delle curve componenti sono dati dalle formule:

$$c_1 = \alpha z_1 \qquad \sigma_1^2 = \mu'_2 + (v_1 - 1)\, b_1^2 ,$$

$$c_2 = \alpha z_2 \qquad \sigma_2^2 = \mu'_2 + (v_2 - 1)\, b_2^2 .$$

Questo procedimento per la sua semplicità può seguirsi anche se μ_3 è di poco diverso da zero.

Se oltrechè $\mu'_3 = 0$ *fosse anche* $\mu'_4 - 3\mu'^2_2 = 0$, con posizioni poco diverse si giunge al sistema:

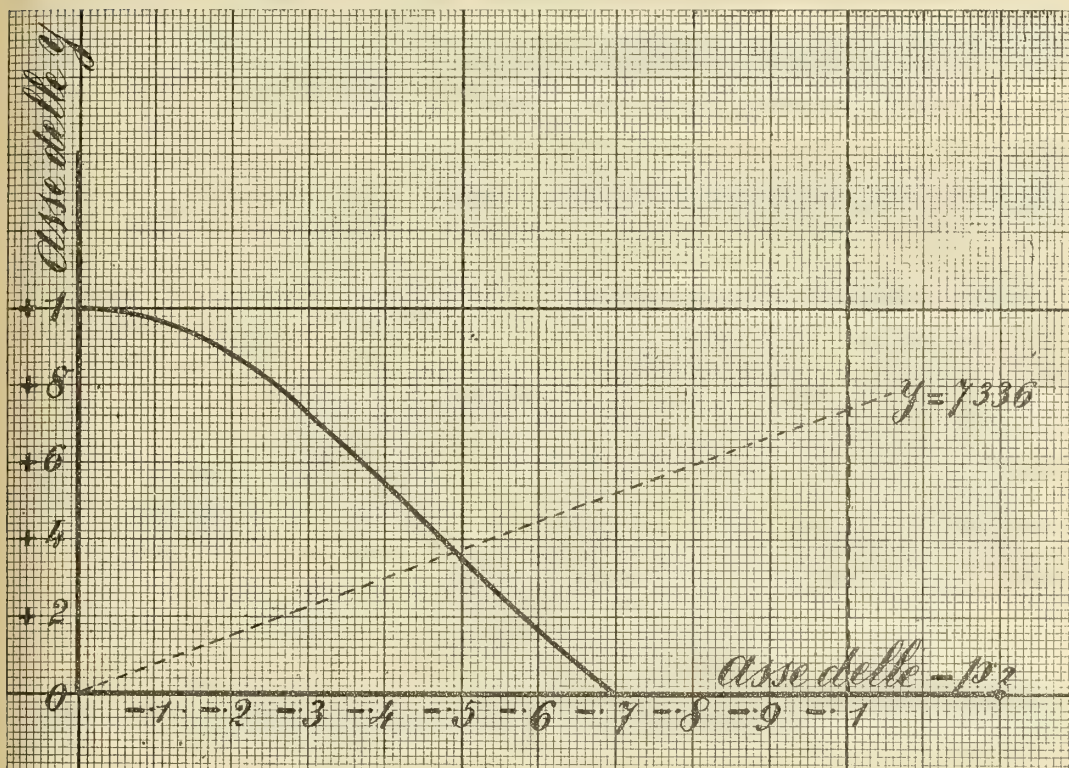
$$^2/_3\, p_1^2\, p_2 - 2p_2^2 = 0\,,$$
$$^2/_3\, p_1^3\, p_2 - {^4/_3}\, p_1\, p_2^2 = \mu'_5\,,$$

Scala delle y 1 unità = 5 cm.
Scala delle p_2 1 unità = 10 cm.

Fig. 6.

delle quali la prima non ammette radici p_2 reali e negative: l'unica sua radice che dobbiamo considerare è $p_2 = 0$ che soddisfa anche alla seconda equazione solo nel caso in cui $\mu'_5 = 0$. Siamo così ricondotti al caso delle

Curve simmetriche $\mu'_1 = \mu'_3 = \mu'_5 = 0$.

Facendo le posizioni solite

$$\gamma_1 = b_1 \quad , \quad p_1 = \gamma_1 + \gamma_2\,,$$
$$z_1 = \frac{c_1}{\alpha} = -\frac{\gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2} \quad , \quad w_1 = {^2/_3}\,\frac{p_1}{\gamma_1} - 1 \quad , \quad \sigma_1^2 = \mu'_2 + w_1\, b_1^2\,,$$
$$\gamma_2 = b_2 \quad , \quad p_2 = \gamma_1\,\gamma_2\,,$$
$$z_2 = \frac{c_2}{\alpha} = \frac{\gamma_1}{\gamma_1 - \gamma_2} \quad , \quad w_2 = {^2/_3}\,\frac{p_1}{\gamma_2} - 1 \quad , \quad \sigma_2^2 = \mu'_2 + w_2\, b_2^2\,,$$

si ha il sistema:

$$\tfrac{2}{3} p_1^2 p_2 - 2p_2^2 = \mu_4' - 3\mu_2'^2 ,$$
$$\tfrac{2}{3} p_1^3 p_2 - \tfrac{4}{3} p_1 p_2^2 = 0 .$$

Per la seconda deve essere o $p_2 = 0$, o $p_1 = 0$, escludendo l'ipotesi di $p_1^2 - 2p_2 = 0$ che darebbe valori positivi per p_2.

Se $p_2 = 0$, deve essere o γ_1, o γ_2 eguale a zero, cioè l'asse delle ordinate passante per il baricentro della curva dimorfica deve passare per il baricentro di una delle componenti e perciò anche dell'altra.

In tal caso anche p_1 deve essere eguale a zero, e dalla prima equazione

$$\mu_4' - 3\mu_2'^2 = 0 .$$

Allora: *Le curve componenti hanno lo stesso asse.*

Se invece $p_1 = 0$ senza che sia $p_2 = 0$, dalla prima equazione si ricava

$$p_2 = -\sqrt{-(\mu_4' - 3\mu_2'^2)}$$

e per avere dei valori reali dev'essere $3\mu_2'^2 > \mu_4'$.

Allora, essendo $p_1 = \gamma_1 + \gamma_2 = 0$, dev'essere $\gamma_1 = -\gamma_2$, e così $b_1 = -b_2$. *Gli assi delle curve componenti sono simmetrici rispetto al baricentro alla distanza* $b = \sqrt[4]{3\mu_2'^2 - \mu_4'}$.

Per la relazione $\gamma_2 z_2 = -\gamma_1 z_1$ si ha $z_1 = z_2$ onde $c_1 = c_2$: le aree delle curve componenti sono eguali fra loro e $c_1 = c_2 = \frac{\alpha}{2}$; e le deviazioni normali:

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \mu_2' - b^2.$$

Dunque: *se la curva dimorfica è simmetrica e* $\mu_4' < 3\mu_2'^2$, *le curve componenti sono identiche disposte simmetricamente rispetto al baricentro.*

Se invece $\mu_4' - 3\mu_2'^2 = 0$, le mode sono uguali a zero; per la determinazione degli altri parametri è necessaria anche la considerazione del sesto momento poichè allora sono 4 le incognite (σ_1, σ_2, c_1 e c_2) mentre le equazioni si ridurrebbero a 3. Per mezzo del sesto momento la determinazione dei parametri è facile: ecco le formule risolutive.

Ponendo

$$\nu_4'' = \frac{\mu_4'}{3\mu_2'^2} , \quad \nu_6'' = \frac{\mu_6'}{20\mu_2'^3} ,$$

si ha

$$p_1 = \frac{\nu_6'' - \nu_4''}{\nu_4'' - 1} , \quad p_2 = \frac{\nu_6'' - \nu_4''^2}{\nu_4'' - 1} .$$

Ricavando τ_1, τ_2 dalla $\tau^2 - p_1 \tau + p_2 = 0$ si hanno i parametri delle componenti

$$c_1 = \alpha \frac{\tau_2 - 1}{\tau_2 - \tau_1} , \quad \sigma_1^2 = \tau_1 \mu_2'$$
$$c_2 = \alpha \frac{1 - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1} , \quad \sigma_2^2 = \tau_2 \mu_2' .$$

Abbiamo così considerato tutti i casi che possono presentarsi riguardo ai valori particolari che possono assumere i momenti ricavati dal poligono empirico.

§ 12. — Ipotesi particolari sulla natura delle componenti.

Il problema generale è molto semplificato se si conosce qualche elemento delle componenti o qualche relazione fra i loro parametri.

Caso molto notevole è quello delle curve bimodali quando i due massimi possono considerarsi come corrispondenti alle mode delle due componenti.

Dicendo b_1 e b_2 le mode delle componenti le formule

$$c_1 = - \frac{\alpha b_2}{b_1 - b_2} \quad , \quad c_2 = \frac{\alpha b_1}{b_1 - b_2} ,$$

ci danno le aree e gli altri parametri si ricavano facilmente dal sistema delle due equazioni

$$\begin{aligned} c_1 \sigma_1^2 + c_2 \sigma_2^2 &= \mu_2 - c_1 b_1^2 - c_2 b_2^2 , \\ 3b_1 c_1 \sigma_1^2 + 3b_2 c_2 \sigma_2^2 &= \mu_3 - c_1 b_1^3 - c_2 b_2^3 , \end{aligned}$$

lineari rispetto a $(c_1 \sigma_1^2)$ e $(c_2 \sigma_2^2)$.

Infatti esse possono scriversi

$$\begin{aligned} c_1 \sigma_1^2 + c_2 \sigma_2^2 &= \alpha (\mu_2' + b_1 b_2) , \\ b_1 c_1 \sigma_1^2 + b_2 c_2 \sigma_2^2 &= \frac{\alpha}{3} (\mu_3' + b_1 b_2 (b_1 + b_2)) , \end{aligned}$$

indicando con μ' i momenti divisi per l'area α come si usa calcolarli comunemente.

Ponendo

$$\begin{aligned} \alpha (\mu_2' + b_1 b_2) &= \mathrm{M} , \\ \frac{\alpha}{3} (\mu_3' + b_1 b_2 (b_1 + b_2)) &= \mathrm{N} , \end{aligned}$$

si hanno facilmente le formule risolutive:

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{c_1} \frac{\mathrm{N} - \mathrm{M} b_2}{b_1 - b_2} \quad , \quad \sigma_2^2 = \frac{1}{c_2} \frac{\mathrm{N} - \mathrm{M} b_1}{b_2 - b_1} .$$

Si osservi però che i due massimi della curva dimorfica bimodale possono non coincidere colle mode delle componenti, poichè la operazione di addizione tende a riavvicinare e a fondere i due massimi.

Nei casi dubbi si possono considerare i valori empirici di b_1 e b_2 solo come approssimati, costruire con essi le γ di cui si cercano i valori più esatti colle formule del procedimento generale del paragrafo 4.

I casi in cui conviene far ciò vengono indicati dall'andamento della curva: certo che le mode non vengono alterate quando le componenti hanno deviazione normale

molto piccola e mode molto diverse; è questo per esempio il caso delle curve botaniche del De Vries (1) e del Ludwig (2), seppure esse sono delle curve complesse, polimorfiche, del che io dubito.

Talvolta nelle curve bimodali si può *a priori* escludere la possibilità di risoluzione in due componenti normali: è quando l'area racchiusa fre le ordinate massime è maggiore dell'area esterna ad esse; la ragione ne è ovvia. Così la curva del De Vries

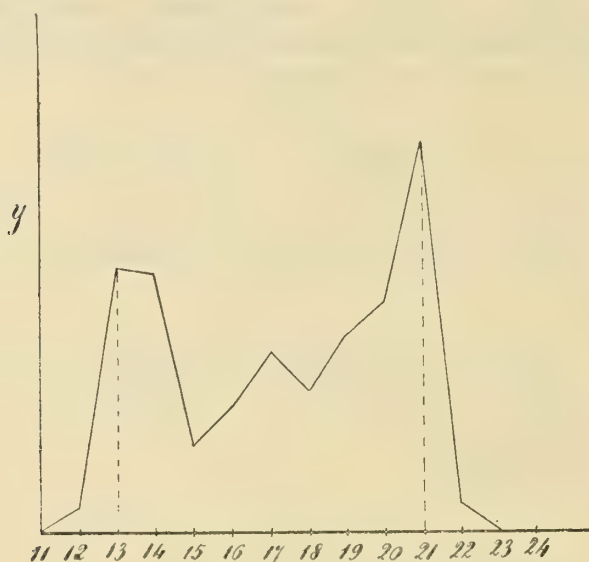



Fig. 7.

riportata nella figura non può scindersi in due componenti normali aventi per mode 13 e 21: sarebbe inutile tentare di applicare il metodo dei momenti.

Esempio. Come esempio tratteremo il terzo che abbiamo considerato nelle applicazioni del procedimento generale.

Dal poligono empirico (Tavola IV) le mode delle componenti appariscono approssimativamente alle distanze -2 e $+1$ dall'asse passante per il baricentro.

Prendiamo

$$b_1 = -2 \quad , \quad b_2 = +1 .$$

L'area è $\alpha = 80$, i momenti

$$\mu_2' = +4{,}497565 \quad , \quad \mu_3' = -0{,}637370 .$$

(1) H. De Vries, *Eine zweigipfelige Variations-Kurve*, in Arichiv für Entwickelungsmechanik der Organismes di W. Roux, Bd. II, H. 1, pp. 52-64.

(2) F. Ludwig, *Botanische Mittheilungen*, in Schriften der N. G. in Danzig, Bd. VII, H. 3, 1890.

Con questi si calcolano:

$$M = 199{,}80520 \quad , \quad N = 36{,}3368 .$$

Onde:

$$c_1 = 26{,}6667 \quad , \quad c_2 = 53{,}3333 ,$$
$$\sigma_1 = 1{,}4295 \quad , \quad \sigma_2 = 1{,}6507 .$$

Le equazioni delle componenti sono

$$y = 7{,}4423\, e^{-\frac{(x+2)^2}{4{,}0866}} \quad \text{e} \quad y = 12{,}8996\, e^{-\frac{(x-1)^2}{5{,}4494}} .$$

Le curve componenti come pure la risultante sono tracciate nella seconda figura della Tavola IV. Come si vede danno una buona rappresentazione (si ricordi che α è solo 80). L'errore percentuale è del 7,18 % di poco superiore a quello che avevamo trovato col procedimento generale.

Un altro caso in cui al procedimento generale può sostituirsene un altro più semplice è quello in cui le curve normali componenti si presuppongono avere uguale deviazione normale.

È questa una ipotesi di grandissima importanza biologica come mostrerò in altro scritto.

Ecco la trattazione del problema in questo caso. Il sistema di equazioni da cui partiamo è al solito:

$$\begin{aligned}
&z_1 + z_2 = 1\\
&z_1 b_1 + z_2 b_2 = 0\\
&z_1(\sigma^2 + b_1^2) + z_2(\sigma^2 + b_2^2) = \mu_2'\\
&b_1 z_1(3\sigma^2 + b_1^2) + b_2 z_2(3\sigma^2 + b_2^2) = \mu_3'\\
&z_1(3\sigma^4 + 6\sigma^2 b_1^2 + b_1^4) + z_2(3\sigma^4 + 6\sigma^2 b_2^2 + b_2^4) = \mu_4'
\end{aligned}$$

avendo posto

$$\frac{c_1}{\alpha} = z_1 \quad , \quad \frac{c_2}{\alpha} = z_2 \quad . \quad \mu' = \frac{\mu}{\alpha} ,$$

e avendo preso l'asse delle ordinate passante per il baricentro.

Facendo uso della proprietà dei momenti esposta nel § 2, con $\varrho = -\sigma^2$, esso si trasforma nel seguente:

$$\begin{aligned}
&z_1 + z_2 = 1\\
&z_1 b_1 + z_2 b_2 = 0\\
&z_1 b_1^2 + z_2 b_2^2 = \mu_2' - \sigma^2\\
&z_1 b_1^3 + z_2 b_2^3 = \mu_3'\\
&z_1 b_1^4 + z_2 b_2^4 = \mu_4' - 6\mu_2'\sigma^2 + 3\sigma^4 .
\end{aligned}$$

Dalle prime due:

$$z_1 = -\frac{b_2}{b_1 - b_2} \quad , \quad z_2 = \frac{b_1}{b_1 - b_2} .$$

Sostituendo nelle ultime tre

$$\frac{b_1 b_2}{b_1 - b_2}(b_2 - b_1) = \mu_2' - \sigma^2$$

$$\frac{b_1 b_2}{b_1 - b_2}(b_2^2 - b_1^2) = \mu_3'$$

$$\frac{b_1 b_2}{b_1 - b_2}(b_2^3 - b_1^3) = \mu_4' - 6\mu_2'\sigma^2 + 3\sigma^4 .$$

Ponendo

$$b_1 + b_2 = p_1 \quad , \quad b_1 b_2 = p_2 ,$$

ricordando che $b_1^3 - b_2^3 = (p_1^2 - p_2)(b_1 - b_2)$ esse si trasformano nelle:

$$p_2 = \sigma^2 - \mu_2'$$

$$p_1 p_2 = - \mu_3'$$

$$p_2(p_1^2 - p_2) = - \mu_4' + 6\mu_2'\sigma^2 - 3\sigma^4 + (3\mu_2'^2 - 3\mu_2'^2) .$$

Ponendo $\sigma^2 - \mu_2' = \tau$:

$$p_2 = \tau$$

$$p_1 = - \frac{\mu_3'}{\tau}$$

$$\tau\left(\frac{\mu_3'^2}{\tau^2} - \tau\right) = 3\mu_2'^2 - \mu_4' - 3\tau^2 .$$

E τ soddisfa alla equazione risolvente:

$$\tau^3 + \tau\left(\frac{\mu_4' - 3\mu_2'^2}{2}\right) + \frac{\mu_3'^2}{2} = 0 ,$$

trinomia di terzo grado che ammette sempre almeno una radice reale negativa come si vede dai segni del primo ed ultimo termine. Solo delle radici negative noi dobbiamo occuparci poichè $\tau = p_2$.

Noto τ si ha $\sigma^2 = \tau + \mu_2'$, onde σ^2 è sempre minore di μ_2'; inoltre

$$p_2 = \tau \quad , \quad p_1 = - \frac{\mu_3'}{\tau} .$$

Si ricavano allora le mode dalla:

$$b^2 - bp_1 + p_2 = 0 ,$$

che può anche scriversi

$$b^2 + \frac{\mu_3'}{\tau} b + \tau = 0 .$$

Colle b si calcolano:

$$c_1 = \frac{\alpha b_2}{b_2 - b_1} \quad , \quad c_2 = \frac{\alpha b_1}{b_1 - b_2} .$$

Così il problema è risoluto: come verifica si può calcolare il quinto momento che deve soddisfare alla relazione:

$$\mu_5' = \mu_3' \left(10\mu_2' + 8\tau + \frac{\mu_3'^2}{\tau^2} \right) .$$

che può anche scriversi:

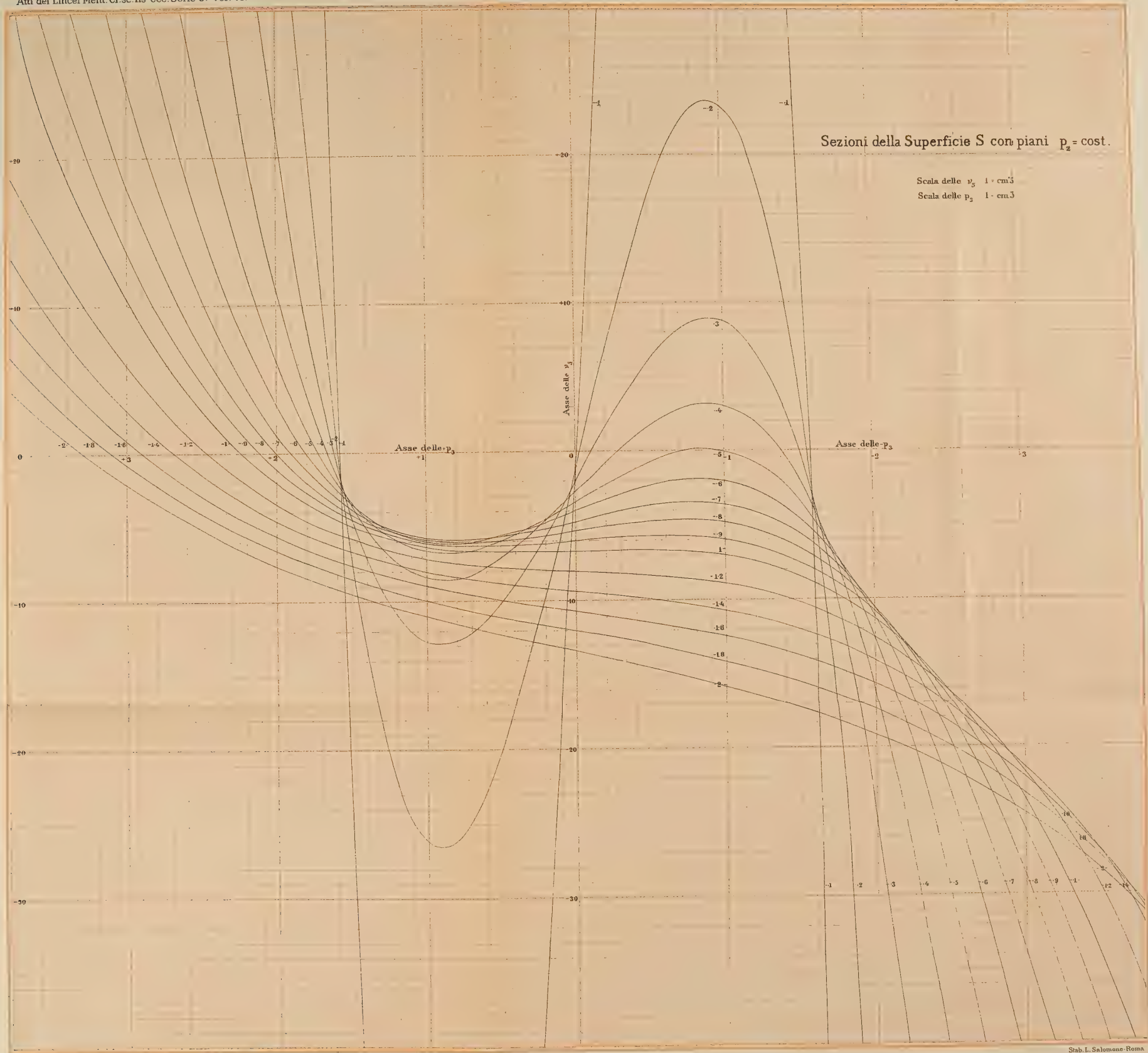
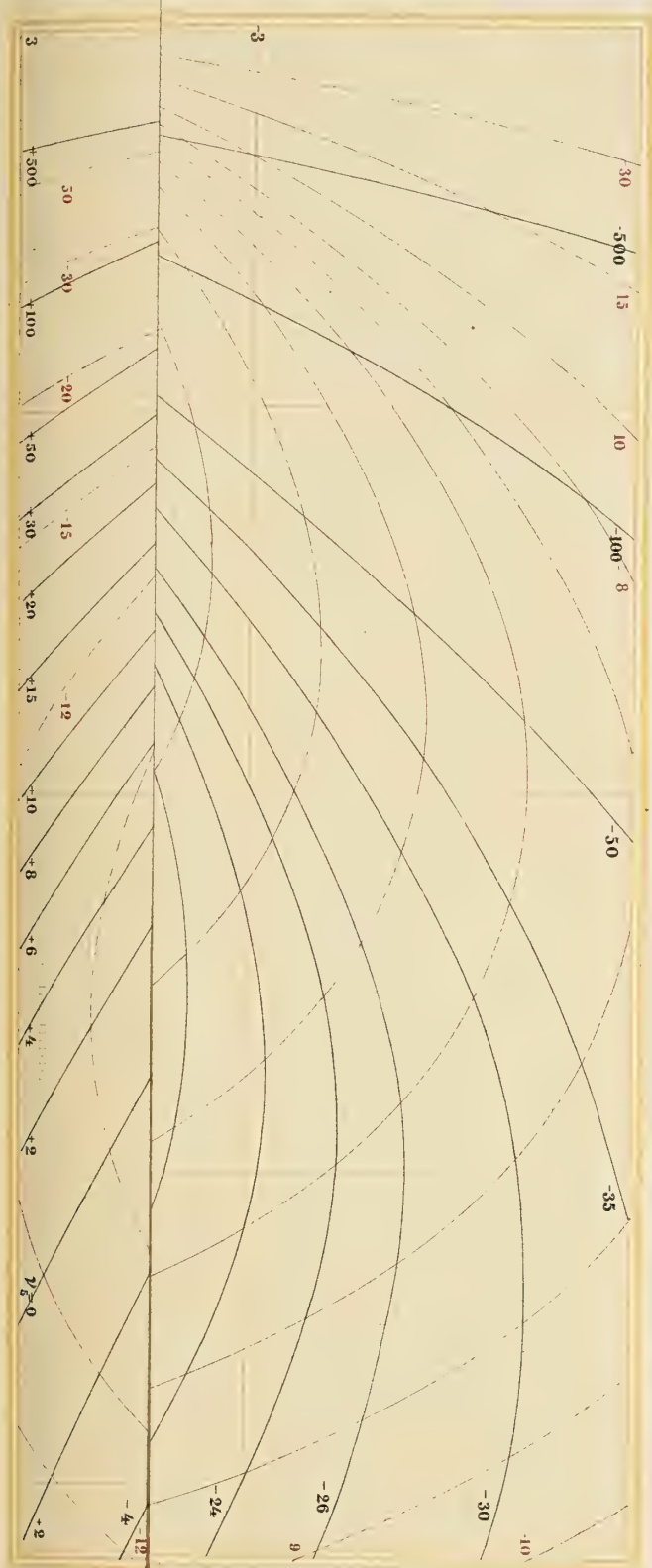
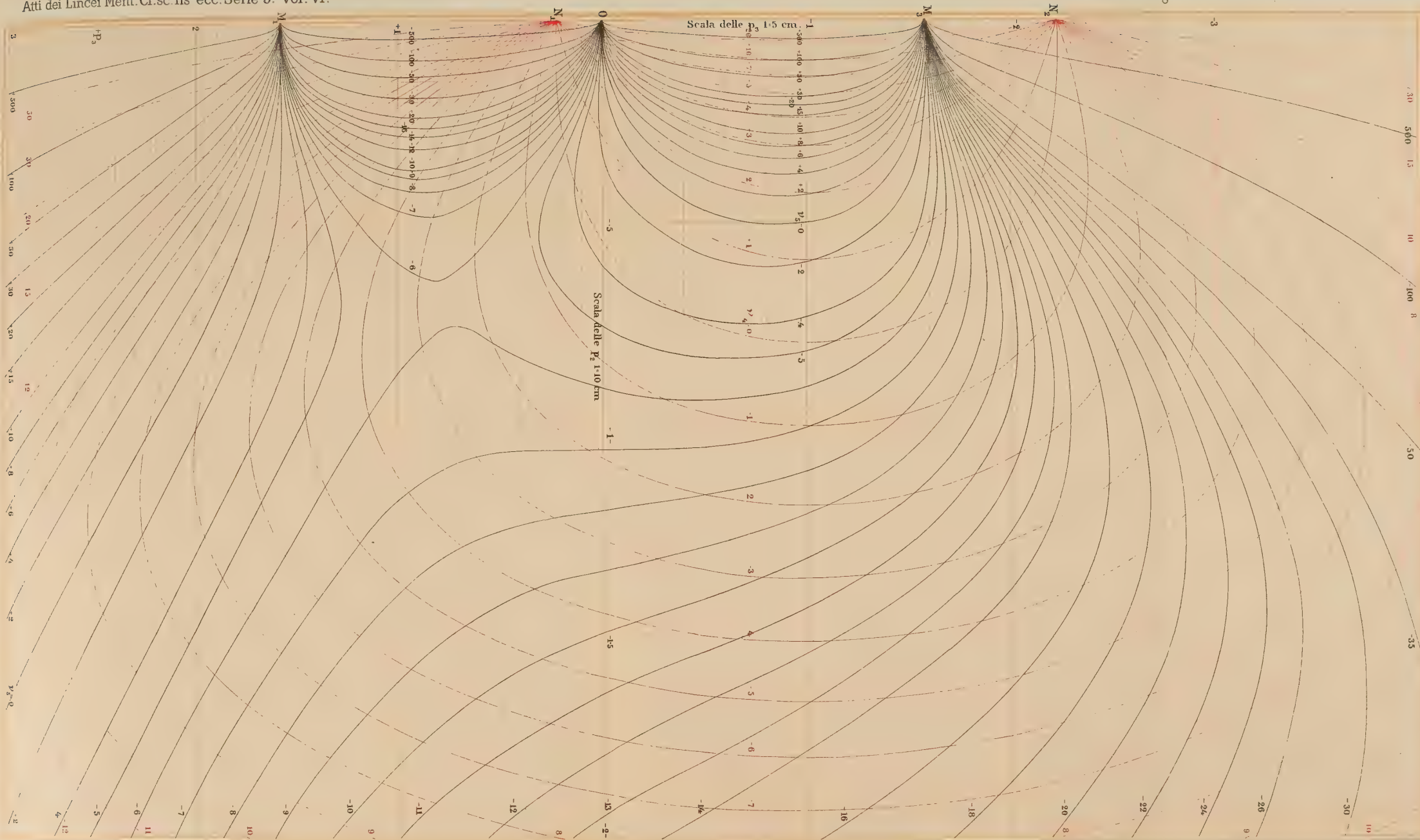
$$\mu_5' = \mu_3' \left(10\mu_2' + \frac{3\mu_2'^2 - \mu_4'}{\tau} + 6\tau \right) .$$

---

elguero - Per la risoluzione ecc Tav. I.

cie S con piani p_2 = cost.

le ν_5 1 = cm 5

le p_3 1 = cm 5

Sezioni della Superficie S con piani p_2 = cost.

Scala delle ν_5 1 = cm 3

Scala delle p_3 1 = cm 3

Asse delle ν_5

Asse delle p_3

Asse delle p_3

Stab. L. Salomone - Roma

Stab. L. Salomone · Roma

Lit. L. Salomone · Roma

Grafico per il Sistema (V)

Lit. L. Salomone-Roma

Determinazione delle coordinate astronomiche di Tripoli d'Occidente.

Memoria del dott. EMILIO BIANCHI
con prefazione
del Socio E. MILLOSEVICH

presentata nella seduta del 4 novembre 1906 [1].

PREFAZIONE.

Ebbe Tripoli d'Occidente la ventura che i due eclissi totali di Sole del 28 maggio 1900 e del 30 agosto 1905 fossero colà totali; la probabilità che ciò avvenga nell'intervallo d'un lustro in un'area così ristretta è eccezionalmente piccola, ed in quelle due circostanze si aggiunse ancora la completa serenità del cielo, d'onde spedizioni straniere nel primo eclisse e straniere ed italiane nel secondo poterono fare osservazioni, misure e fotografie.

È parsa cosa utile e decorosa a chi scrive la presente Prefazione che un astronomo italiano si prendesse la cura di accertare con metodo accurato le coordinate astronomiche di quella località, le quali ci vennero porte da successive campagne idrografiche per opera di eminenti idrografi quali furono Smyth, Gauthier e Mouchez nello svolgersi del secolo decimonono.

Allorchè io fui a Tripoli nell'occasione del secondo eclisse, per semplice mio diletto e senza alcuna missione scientifica, feci un assaggio di latitudine col sestante, e calcolai la longitudine in base ai contatti della Luna col Sole da me osservati; diedi comunicazione all'Accademia delle mie osservazioni nella prima seduta di Classe del 1905-06 col semplice scopo di iniziare il mio proposito.

Una circostanza, che io voglio chiamare fortunata, favorì il mio desiderio. Avevo la coscienza di ben conoscere il tempo locale e di aver ben osservato i contatti nei limiti della mia acuità visiva e colla tolleranza concessa dagli errori per diffrazione provocati dalle lenti del cannocchiale.

(1) Lavoro eseguito col concorso e sotto gli auspici della R. Accademia dei Lincei e col concorso del Ministero della Istruzione Pubblica.

Per mettere alla prova la longitudine oggidì generalmente accettata era imperioso conoscere le correzioni (nel caso presente quasi esclusivamente in $\Delta\alpha$) alle Tavole della Luna. È ben noto che le correzioni empiriche di Newcomb ad α sono negative, ma troppo forti, cioè l'α della Luna calcolata con quelle è troppo bassa rapporto alla vera. Io scelsi allora le osservazioni dei contatti di Roma e Cristiania, le sole che in quel momento conoscessi, e, con grande accordo, ebbi per $\Delta\alpha + 0^s.20$.

Poichè la Luna era perigea 46 ore dopo l'eclisse, era da prevedere una correzione in $\Delta\alpha$ circa tripla, tuttavia i conteggi erano scevri da errori e l'accordo nei quattro valori completo, e però o tutti e quattro i tempi dei contatti utilizzati di Roma e Cristiania erano ritardati o vi era una differenza importante fra la longitudine di Tripoli accettata e la reale.

L'incertezza mi sollecitò a tradurre in atto il mio divisamento.

Oggidì, dall'insieme delle osservazioni fatte nell'occasione dell'eclisse appare manifesto che $\Delta\alpha$ Luna era ben maggiore, cioè i quattro contatti da me utilizzati per il calcolo di $\Delta\alpha$ erano indicati da tempi in ritardo per imperfette osservazioni, e però la differenza sopra ricordata si riduceva a poca cosa, messa bene in luce dalla missione italiana nella parte che riguarda la longitudine. Ebbesi ancora la conferma che le determinazioni di tempo da me fatte a Tripoli col sestante e le osservazioni dei tempi dei contatti erano migliori anche di quanto io potevo sperare.

Il nostro illustre Presidente e l'Accademia intesero quanto decoro sarebbe venuto all'Italia se un lavoro di accertamento delle coordinate si facesse in località dove avevano trovato posto ben due volte missioni scientifiche straniere, le quali avevano espresso appunto il desiderio di tale accertamento; il Ministro dell'Istruzione Pubblica si associò alla nostra Accademia nel fornire un concorso materiale per eseguire il lavoro, a cui fece plauso l'illustre Presidente della Commissione geodetica italiana.

Per tradurre in atto il proposito con *un minimum* di spesa era necessario che dalla liberalità di Istituti Scientifici venissero dati a prestito costosi e squisiti strumenti, l'Osservatorio al Collegio Romano dovendo intervenire nella differenza di longitudine, nè potendosi perciò privare de' suoi strumenti.

Il senatore Cerutti, il prof. Reina, il prof. Di Legge, il Direttore dell'Istituto Geografico Militare a Firenze, il prof. Palazzo e il Preside dell'Istituto Tecnico di Roma largheggiarono in prestiti cortesi.

Nella Memoria che segue è detto in particolare di ciò; qua non restami che esprimere i più vivi sensi di grazie.

Il Ministero degli Esteri, il Console Generale comm. Medana, il personale del nostro Consolato e il Direttore della nostra Scuola Commerciale a Tripoli, prof. Pietro Martinuzzi, favorirono l'impresa scientifica, che, sotto gli auspici della nostra Accademia, colà si compieva, sia che si consideri il trasporto gratuito degli strumenti oppure l'impianto della stazione astronomica stessa. Il Governo di Tripoli lasciò piena libertà all'astronomo nei lavori di triangolazione per trasportare le coordinate all'asse del Faro. Solo un azimut assoluto di un punto lontanissimo e facilmente reperibile non potè farsi per ragioni che si leggono nello scritto che segue.

Le osservazioni di latitudine e di differenza di longitudine con Roma vennero da me affidate al dott. Emilio Bianchi.

Egli fu all'altezza della missione che l'Accademia ed io gli abbiamo affidata; ne fa fede la sua Memoria che tiene dietro a questa Prefazione.

A Roma io osservai la Luna e le stelle lunari sul programma elaborato, nel quale è entrato lo studio delicatissimo dell'equazione strumentale condotto ad effetto prima della partenza. Esso insegna molte cose a chi, non potendo valersi della telegrafia, nell'assegnare una differenza di longitudine, voglia ricorrere al metodo delle culminazioni lunari, del resto il solo utilizzabile quando un breve periodo di tempo sia assegnato ad un lavoro consimile, chè in verità il prezioso processo delle occultazioni di stelle osservate in comune domanda tante condizioni favorevoli per essere messo in pratica che soltanto in una lunghissima dimora diventa con sicurezza profittevole; nel caso attuale le occultazioni in comune non approdarono a nulla per il mal tempo nell'una o nell'altra delle due stazioni. Nel lavoro d'osservazione a Roma e in una parte dei conteggi ebbi valido aiuto da un giovane laureando di liete speranze, il sig. Giovanni Zappa.

Non ho altro a soggiungere; soltanto piacemi ricordare che, per il vostro patrocinio, cari Colleghi, oggi la latitudine del Faro di Tripoli d'Occidente è conosciuta col rigore col quale è conosciuta la latitudine di qualunque grande centro scientifico, e la longitudine è nota con un alto grado di approssimazione, il massimo che dar poteva il solo metodo, che doveva essere impiegato, nelle circostanze attuali di tempo e di luogo, non essendo in podestà dell'uomo di aver sempre il cielo sereno a sua disposizione e neppure di far muovere la Luna in un'orbita più stretta di quella nella quale il nostro satellite si muove.

Roma, 13 settembre 1906.

Elia Millosevich.

CAPITOLO I.

Strumenti e loro studio.

§ 1. — Nelle osservazioni eseguite a Roma dal prof. Millosevich sulla luna e le stelle lunari per la differenza di longitudine con Tripoli d'Africa fu usato il grande Cerchio Meridiano « Salmoiraghi ».

L'apertura dell'oggettivo è di mm. 200, la sua distanza focale di metri 3.18.

Prima dell'inizio delle osservazioni furono dal dott. Bianchi cambiati tutti i fili del reticolo; le rispettive distanze risultarono da 13 passaggi di circumpolari osservati dal prof. Millosevich e dal dott. Zappa.

Come valore di una parte della livella si usò quello concluso dal dott. Bianchi nel luglio del 1904

$$1 \text{ parte} = 1''.760 \pm 0''.007 .$$

Tutte le osservazioni erano riferite al nuovo pendolo « Mioni-Cavignato » e registrate sopra un cronografo a punte dei medesimi costruttori.

§ 2. — Il corredo strumentale destinato alla stazione di Tripoli comprendeva:

1°) Uno strumento dei passaggi « Bamberg » a cannocchiale spezzato di proprietà della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Roma (Gabinetto di Geodesia).

2°) Un teodolite geodetico « Starke e Kammerer » di proprietà del R. Istituto Geografico Militare.

Ambedue i cerchi dello strumento sono muniti di due microscopî micrometrici diametrali, che permettono la lettura diretta dei due secondi d'arco; il valore di una parte della livella dell'asse orizzontale, da misure fatte a Roma al Cerchio Meridiano e con un esaminatore « Bamberg », risultò di:

$$4''.89 .$$

3°) Un piccolo teodolite « Troughton e Simms » di proprietà del R. Istituto Tecnico « Leonardo da Vinci » di Roma.

4°) Due cronometri interruttori; l'uno « Michaelsen » di proprietà del R. Osservatorio al Campidoglio, l'altro « Frodsham » appartenente al R. Istituto Geografico Militare.

5°) Un cronografo a punte « Cavignato » di proprietà della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Roma (Gabinetto di Geodesia).

6°) Una bussola terrestre del R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica.

7°) Pile Leclanchè, un termometro, un nastro metallico di 20 metri, ecc.

§ 3. *Studio dello strumento dei passaggi « Bamberg »*. — Le principali costanti dello strumento sono:

Apertura dell'oggettivo . . . . . $0^m.068$
Distanza focale . . . . $0.\ 90$

Per altre notizie che lo riguardano vedi la Memoria del prof. V. Reina: *Sulla lunghezza del pendolo a secondi in Roma* — R. Accademia dei Lincei 1894.

Prima delle osservazioni lo strumento fu sottoposto a studio nei riguardi:

1°) Delle distanze dei fili.
2°) Del valore del passo del micrometro.
3°) Della sensibilità delle livelle.
4°) Dell'ineguaglianza dei perni.
5°) Della variazione della collimazione colla distanza zenitale.

Distanze dei fili. — Le distanze dei fili del reticolo dal medio risultarono da 23 passaggi di stelle circumpolari, osservate la metà con l'oculare ad E, l'altra con l'oculare ad W.

La seguente tabella contiene i valori medî; i fili sono numerati nel senso del moto apparente di una stella in culminazione superiore, oculare W.

Filo	Distanza	Filo	Distanza
	s		s
1	+ 44.242	19	— 43.913
2	40.240	18	39.975
3	36.160	17	35.939
4	32.083	16	31.941
5	28.169	15	27.930
6	24.046	14	23.963
7	19.807	13	19.952
8	8.065	12	7.976
9	+ 4.079	11	— 3.877
10	0.000	10	0.000

Da questi valori risulta come dissimmetria equatoriale del reticolo (oc. W, culminazione superiore):

$$+\,0^s.075\,.$$

Osservata adunque una stella a tutti i 19 fili, anzichè ridurre ciascuno di essi al filo di mezzo, si potrà assumere come tempo del passaggio per questo filo, il medio dei tempi osservati corretto di

$$\pm\,0^s.075 \times \sec\delta \begin{array}{l} +\ \text{oculare W} \\ -\ \quad \text{»} \quad \text{E} \end{array} \text{culminazione superiore.}$$

Alle distanze soprascritte competono i seguenti errori probabili:

Errore probabile di una distanza media: $\pm 0^s.008$
" " " " " singola: ± 0.041

Valore medio del passo del micrometro. — Il valore medio di una rivoluzione del micrometro fu dedotto con due metodi diversi.

In base alle note distanze filari, deducendo con opportune serie di coincidenze del filo mobile coi fissi le distanze rispettive di questi in rivoluzioni della vite, si ebbe:

Interv.°	Distanza		Interv.°	Distanza	
	in Riv.[i]	osservata		in Riv.[i]	osservata
	R	S		R	S
Fili 1 — 10	11.3919	44.242	Fili 19 — 10	11.2917	43.913
" 2 — 10	10.3590	40.240	" 18 — 10	13.2747	39.975
" 3 — 10	9.3131	36.160	" 17 — 10	9.2314	35.939
" 4 — 10	8.2627	32.083	" 16 — 10	8.2097	31.941
" 5 — 10	7.2489	28.169	" 15 — 10	7.1806	27.930
" 6 — 10	6.1754	24.046	" 14 — 10	6.1566	23.963
" 7 — 10	5.0887	19.807	" 13 — 10	5.1301	19.952
" 8 — 10	2.0759	8.065	" 12 — 10	2.0523	7.976
" 9 — 10	1.0514	4.079	" 11 — 10	0.9976	3.877

La risoluzione, col metodo dei minimi quadrati, delle equazioni che discendono da questi dati, conduce al valore:

$$R = 3^s.887756 = 58''.3163 \pm \begin{cases} 0^s.000617 \\ 0''.0093 \end{cases} \text{e. p.}$$

Un altro valore del passo medio del micrometro si dedusse misurando la differenza di declinazione di alcune coppie di stelle preparate per ricerche di questo genere dal prof. Battermann (vedi A. N. 3513).

Tali coppie furono ripetutamente osservate allo stesso scopo presso la stazione Internazionale di Carloforte e si dedussero colà delle correzioni alle differenze di declinazione quali sono date dal Battermann.

Dell'ammontare di queste correzioni fu tenuto debito conto applicandole ai valori di una rivoluzione dati da ogni coppia; il quadro seguente, che contiene i risultati delle osservazioni, è disposto come segue:

colonna 1ª) numero d'ordine della coppia,
" 2ª) numero delle rivoluzioni di cui fu ruotato il micrometro; tal numero fu assunto come peso del valore corrispondente di un giro R,
" 3ª) valori medî osservati di R,
" 4ª) correzione « Carloforte »,
" 5ª) valori definitivi di R.

Ai valori forniti dalle coppie 17, 20, 22, non fu applicata alcuna correzione; si tenne conto invece delle correzioni definitive di Auwers alle fondamentali che entrano in esse.

Ogni coppia fu in media osservata 4 volte, due con oculare ad W e due con oculare ad E.

Coppia	Riv.[i]	R	Correzione Carloforte	R corretto
	R			
6	14.4	58″.342	+ 0″.011	58″.353
7	12.3	354	— 004	350
8	16.3	358	— 028	330
9	17.9	278	+ 018	296
10	17.9	303	— 012	291
11	12.8	324	— 010	314
12	11.8	307	+ 011	318
14	16.9	321	— 011	310
15	13.8	361	— 003	358
16	14 3	388	— 025	363
17	14.7	358	000	358
18	16.9	246	+ 027	273
19	14 6	328	+ 021	349
20	17.7	298	000	298
21	8.8	303	+ 032	335
22	11.2	314	000	314
23	14.1	344	000	344
24	8.8	324	+ 008	332
25	16.6	58. 333	— 0. 009	58. 324

Medio pesato 58. 3248

$\pm \begin{cases} 0.\ 0062 \text{ e. m.} \\ 0.\ 0042 \text{ e. p.} \end{cases}$

Dai due valori ottenuti per il passo medio del micrometro

$$R = 58''.3163 \pm 0''.0093$$
$$R = 58.\ 3248 \pm 0\ .0042$$

combinati coi pesi 1 e 5 corrispondenti ai reciproci dei quadrati dei rispettivi errori probabili, si ottiene come valore definitivo

$$R = 58''.3234$$

usato nelle riduzioni delle osservazioni di latitudine col metodo di Talcott.

Valore di una parte delle livelle. — In occasione della determinazione di latitudine fatta a Monte-Mario col metodo di Struve dal prof. A. Di-Legge, questi ed il prof. V. Reina avevano dedotto il valore di una parte della grande livella del-

l'asse orizzontale, ottenendo il prof. Di-Legge al Cerchio Meridiano dell'Osservatorio al Campidoglio:

$$1 \text{ parte} = 1''.098 \,,$$

ed il prof. Reina col suo esaminatore « Bamberg »

$$1 \text{ parte} = 1''.108 \,.$$

Una serie di misure, fatte all'Osservatorio del Collegio Romano, collegando la livella al Cerchio Meridiano, diede per risultato

$$1 \text{ parte} = 1''.088 \pm 0''.002 \quad t = +8^\circ.0 \quad l = 29^p.8 \,.$$

Nelle riduzioni delle osservazioni fu usato il valore

$$1 \text{ parte} = 1''.09 \,.$$

La piccola livelletta zenitale fu pure studiata tanto collegandola al Cerchio Meridiano, quanto facendo uso dell'esaminatore « Bamberg ».

Come valore medio di una parte risultò:

$$1''.120 \pm 0''.003 \quad t = +9^\circ.0 \quad l = 15^p.5$$

valore adottato nel ridurre le osservazioni di latitudine col metodo di Talcott.

Ineguaglianza dei pernî. — La differente grossezza dei due pernî di questo strumento fu dedotta da una lunga serie di livellazioni complete. Il risultato definitivo è rappresentato da:

$$\frac{1}{4}\left[i_W - i_E\right] = +2^p.200 = +2''.398 = +0^s.160$$

dove i_W rappresenta il valore dell'inclinazione osservata con oculare ad W, i_E coll'oculare ad E. Ne segue che i valori veri dell'inclinazione ad W e ad E sono rispettivamente dati da:

$$i_W \text{ corretta} = i_W \text{ osservata} - \begin{cases} 2''.40 \\ 0^s.160 \end{cases}$$

$$i_E \text{ corretta} = i_E \text{ osservata} + \begin{cases} 2''.40 \\ 0^s.160 \end{cases}$$

Costante di flessione dell'asse orizzontale. — Come è noto negli strumenti spezzati la flessione dell'asse orizzontale provoca una variazione della collimazione rappresentata dalla formula

$$c = c_0 + f \text{ coseno } z$$

dove c è la collimazione per il cannocchiale puntato alla distanza zenitale z, c_0 la collimazione pel cannocchiale puntato all'orizzonte ed f la costante di flessione (1).

(1) Vedi in proposito la completa trattazione dell'argomento fatta dal prof. M. Raina in: *Azimut assoluto del segnale trigonometrico del monte Palanzone...* Pubbl. R. Oss. Brera di Milano, n. XXXI.

Per la deduzione di f si calcolano i varî valori della collimazione derivanti da osservazioni fatte, invertendo durante il passaggio, su stelle che culminano a diverse distanze zenitali.

Il seguente quadro contiene i risultali di una serie di osservazioni fatte la sera dell'11 febbraio 1906 sopra undici stelle culminanti al Nord dello zenit:

Ogni stella fu osservata a 7 fili del reticolo; i tempi sono già corretti per l'inclinazione; le tre ultime stelle furono osservate in culminazione inferiore.

Oculare	*	δ	ζ	Tempi		Collimazione		O-C
				E	W	osservata	calcolata	
		° ′	° ′	h m s	s	s	s	s
E-W	ν Persei	42 17	0 23	3 42 35.49	35.37	+ 0.044	+ 0.058	— 0.014
E-W	c Persei	47 28	5 34	4 5 37.44	37.36	+ 0.027	+ 0.057	— 0.030
W-E	α Persei	49 32	7 38	3 21 23.65	23.45	+ 0.065	+ 0.057	+ 0.008
E-W	2. H. Cam. . .	59 37	17 43	3 25 14.37	14.12	+ 0.063	+ 0.052	+ 0 011
W-E	Gr. 716	62 55	21 1	3 37 46.94	46.69	+ 0.057	+ 0.050	+ 0.007
W-E	9. Camel. . . .	66 11	24 17	4 48 30.28	30.05	+ 0.046	+ 0.047	— 0.001
E-W	Gr. 848	75 46	33 52	4 39 59.41	59.08	+ 0.041	+ 0.036	+ 0.005
W-E	19. H. Cam. .	79 7	37 13	5 10 53.48	52.92	+ 0.053	+ 0.032	+ 0.021
E-W	E. U. min. . .	82 11	55 55	4 59 17.19	17.44	+ 0.017	+ 0.002	+ 0.015
E-W	η. U. min.. . .	75 58	62 8	4 23 59.70	59.43	— 0.033	— 0.010	— 0.023
W-E	A. Draconis. .	68 58	69 8	4 31 55.58	55.45	— 0.023	— 0.024	+ 0.001

Scritta per ogni stella osservata la corrispondente equazione di condizione ponendo per coseno z il valore che ad essa compete e per c il valore osservato della collimazione, risolvendo il sistema di undici equazioni nelle 2 incognite c_0 ed f, si trovano i risultati seguenti:

$$c_0 = -0^s.0696$$
$$f = +0.1276 .$$

La penultima colonna del quadro precedente contiene i valori di c calcolati appunto colla formola

$$c = -0^s.0696 + 0^s.1276 \text{ coseno } z ;$$

l'ultima colonna contiene i residui, i quali dicono senz'altro come il valore trovato per f bene soddisfi alla rappresentazione delle osservazioni.

CAPITOLO II.

La stazione di Tripoli.

Triangolazione. — Azimut del Faro di Tripoli. — Riduzione in longitudine e latitudine dalla R. Scuola Commerciale di Tripoli al Faro e al Consolato italiano.

§ 1. *Programma ed impianto.* — Il programma delle osservazioni da eseguirsi a Tripoli d'Africa comprendeva originariamente:

1°) La determinazione della differenza di longitudine con Roma « Collegio Romano », mediante culminazioni dei due lembi della luna e di stelle lunari. Come osservazioni di controllo erano state preparate 2 occultazioni: quella di α *Leonis* (5 aprile) e quella di μ *Sagittarii* (7 giugno);

2°) La determinazione della latitudine col metodo di Horrebow-Talcott e un suo controllo con osservazioni in primo verticale usando il metodo di Struve;

3°) La determinazione dell'azimut assoluto di un oggetto lontano;

4°) La triangolazione destinata a fornire gli elementi necessarî per trasportare le coordinate osservate dalla stazione al Faro di Tripoli ed al Consolato Italiano.

Per le quattro operazioni avevo preparato i relativi programmi.

Per le determinazioni del tempo necessarie durante le osservazioni in primo verticale io sperava di poter giovarmi a sufficienza del teodolite geodetico di Starke, ricevuto pochi giorni prima della mia partenza da Roma. Avevo a tale scopo modificato il suo reticolo (costituito in origine da una semplice croce di due fili normali) portando a tre il numero dei fili orarî e pensavo di servirmene in osservazioni di stelle nel verticale della polare.

Alcune prove fatte fra la 1ª e la 2ª lunazione mi convinsero ben presto però che i risultati non avrebbero potuto in alcun modo raggiungere il grado di esattezza necessaria per avere un buon valore della marcia dell'orologio.

La poca stabilità dell'inclinazione dell'asse verticale, la poca penetrazione dell'oggettivo che forniva sempre immagini appena mediocri delle stelle, ed infine la poca sensibilità della livella dell'asse erano le cause principali che concorrevano a viziare i risultati; così che preferii abbandonare questa parte del programma, piuttosto che svilupparla per avere dei risultati poco confortanti; e ciò tanto più poichè i primi calcoli fatti su alcune coppie, osservate col metodo di Talcott, m'aveano dato pieno affidamento sulla bontà dei valori ottenuti per la latitudine con quest'ultimo processo.

Quanto poi all'azimut assoluto di un segnale lontano, non avendo a mia disposizione uno strumento universale adatto a tali misure dirette e rigorose, avevo deciso di compierne la determinazione mediante l'ausilio di una mira meridiana della quale pensavo di fare l'azimut collo strumento dei passaggi, riservandomi di dedurre l'angolo all'orizzonte fra la mira ed il segnale col teodolite geodetico « Starke ».

Ma sin dai primi colloqui avuti col nostro signor Console Generale, nei quali si trattarono tutte le modalità relative all'impianto della stazione, potei ben presto

convincermi che tanto la costruzione del segnale lontano, quanto quella della mira meridiana avrebbero incontrato insormontabili difficoltà da parte del Governo locale.

Il segnale lontano, che pensavo di identificare con un pilastro a forma piramidale proiettantesi in cielo per modo da poter essere puntato all'alba ed al tramonto, data la configurazione dei dintorni di Tripoli, non avrebbe potuto sorgere che in una delle tante elevazioni di terreno che si estendono a levante ed a ponente della città; località tutte prossime a forti militari turchi e quindi inaccessibili senza pratiche col Governo di Costantinopoli.

Dovetti insomma abbandonare l'idea della determinazione di un azimut assoluto rigoroso; e quindi rivolsi tutte le mie attenzioni a scegliere il luogo di stazione per modo che offrisse le migliori garanzie dal lato della stabilità e della comodità. Mi preoccupai unicamente che dalla stazione o da un punto prossimo fosse visibile il Faro del quale dovevo determinare, con sufficiente approssimazione, l'azimut necessario per il trasporto della longitudine e della latitudine.

Dopo una visita fatta col nostro signor Console Generale alle varie scuole italiane, decisi di scegliere, per l'impianto della stazione, il terrazzo della R. Scuola Commerciale Italiana. In quell'Istituto mi si offriva, fra l'altro, l'agevolazione preziosa di poter occupare una delle aule scolastiche che mi servì come stanza di riposo e di studio durante tutta la mia permanenza a Tripoli.

Sul detto terrazzo fu eretto il pilastro per lo strumento dei passaggi in modo che il suo centro corrispondeva al punto d'incontro di due muraglie maestre interne dell'edificio.

Il casotto per le osservazioni, lungo metri 4 nel senso del meridiano e largo metri 3, tutto in legno, col tetto coperto di grossa tela imbevuta d'olio, era provvisto di una spaccatura meridiana di 90 centimetri di larghezza.

Esso fu costruito dal 16 al 24 marzo, così che, montato lo strumento dei passaggi la mattina del 25, alla sera dello stesso giorno (10 dì dopo il mio arrivo in Tripoli) potei rettificare lo strumento in meridiano e compiere la prima determinazione del tempo e degli errori strumentali.

Le osservazioni regolari di longitudine ebbero principio il 2 aprile e si chiusero colla notte dell'8 giugno, essendo stati il 9 e il 10 nuvolosi.

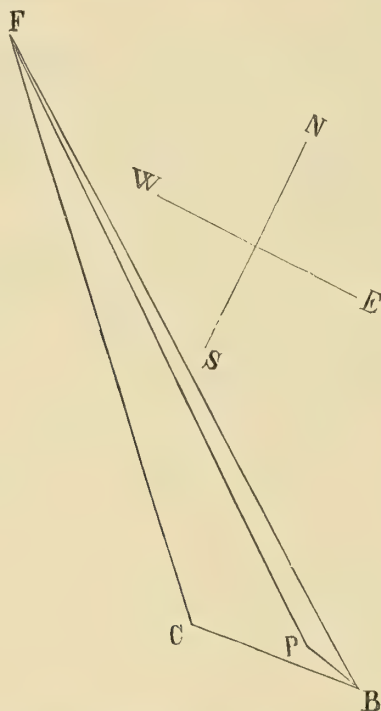
In complesso le osservazioni furono notevolmente ostacolate da nubi; tanto che, appunto in causa delle condizioni eccezionalmente sfavorevoli del cielo di Tripoli, colà si raccolse per la differenza di longitudine un numero di osservazioni inferiore a quelle di Roma; non solo, ma andarono perdute le due occultazioni di α Leonis e μ Sagittarii.

La latitudine col metodo di Talcott, la triangolazione e l'azimut del Faro si eseguirono nei due intervalli di tempo compresi fra la 1ª e la 2ª e fra la 2ª e la 3ª lunazione.

§ 2. *La triangolazione* [1]. — Come già si è accennato, scopo della triangolazione era quello di fornire la distanza del centro di stazione (strumento Bamberg)

[1] Mi è grato esprimere quì ai signori prof. Lucchi della R. Scuola Commerciale ed ing. Bolla tutta la mia riconoscenza per l'aiuto intelligente prestatomi durante la triangolazione.

dal Consolato Italiano e dal Faro, per potere poi, cogli azimut rispettivi, fare il trasporto delle coordinate osservate.

E tale operazione era tanto più necessaria in quanto che il fabbricato in cui ha sede a Tripoli la R. Scuola Commerciale Italiana, di proprietà di un indigeno, è una casa comune che può anche, col tempo, cessare d'essere occupata da quel nostro Istituto e subire eventualmente modifiche di costruzione tali da rendere poi incerta l'identificazione del centro di stazione.

L'unita figura dà un'idea della disposizione relativa dei punti che ci interessano:

F è il Faro di Tripoli (asta del parafulmine);

C è il Consolato italiano (palo della bandiera);

B è il centro-stazione (Bamberg);

P è il punto fuori centro occupato dal teodolite geodetico « Starke » nelle osservazioni dirette a dare l'azimut del Faro.

Colla triangolazione si mirò ad ottenere il valore delle distanze FC e CB; facendo poi centro in C si misurò l'angolo $F\hat{C}B$.

Ciascuna delle due distanze FC e CB risultò da due basi misurate indipendentemente l'una dall'altra con nastro metallico, tenendo conto della temperatura ambiente. Ecco i risultati separati:

$$\begin{aligned} FC &= \text{metri } 319.40 \\ &= \quad " \quad 319.15 \end{aligned} \Big\} \; 319.27$$

$$\begin{aligned} CB &= \quad " \quad 123.39 \\ &= \quad " \quad 123.34 \end{aligned} \Big\} \; 123.36$$

angolo FCB = 157° 51′ 11″.

Con questi dati si ottiene

$$FB = \text{metri } 436.03 .$$

Quanto poi all'azimut del Faro, osservato dal punto P, per eseguirne la riduzione al centro di stazione B, abbiamo i seguenti elementi:

$$FB = \text{metri } 436.03$$
$$PB = \text{»} \quad 3.048$$
$$\text{angolo } F\hat{P}B = 176^\circ\, 10'\, 21'' .$$

Ne risulta la riduzione

$$-\, 0^\circ\, 1'\, 36''.2$$

intendendosi l'azimut di F contato da Nord per Est.

Come ultimo elemento, destinato a dedurre l'azimut (in centro) del Consolato (palo della bandiera) da quello del Faro, abbiamo:

$$\text{angolo } FBC = 16^\circ\, 18'\, 50''$$

donde:

azimut Consolato = azimut del Faro — 16° 18′ 50″ (Nord per Est).

Riassumendo riteniamo adunque:

Distanza Bamberg-Consolato = metri 123.36
» Bamberg-Faro = » 436.03

Centro-Stazione B

azimut del Faro (N per E) = azimut osservato in P — 0° 1′ 36″.2
» » Consolato » = » Faro dal Centro — 16 18 50 .

§ 3. *Azimut del Faro di Tripoli.* — Le poche osservazioni qui sotto registrate hanno avuto l'unico scopo di dedurre quel valore approssimato dell'azimut della direzione Bamberg-Faro ch'era necessario conoscere per l'accennato trasporto di coordinate. Nè potevano avere alcuna pretesa di esattezza sia tenuto conto dello strumento col quale furono eseguite, sia considerato l'oggetto che veniva puntato.

Il Faro distava infatti dal teodolite geodetico « Starke » di soli 433 metri e l'asta del suo parafulmine, che veniva collimata, era di tali dimensioni in grossezza da essere vista in stazione sotto un angolo di circa 20″.

Ad ogni modo le osservazioni furono eseguite e calcolate col solito metodo che serve in tali misure.

L'asta del parafulmine fu sempre puntata in asse alla sua base, cioè là dove essa s'innesta al fabbricato e le osservazioni ebbero luogo dopo il tramonto, quando l'edificio del Faro, situato a NW della stazione, spiccava netto nella luce crepuscolare vespertina.

La distanza zenitale della base dell'asta era di 88° 30′; tal chè, fatta una buona rettifica dello strumento, avrebbesi anche potuto prescindere dalla livellazione dell'asse nelle puntate al Faro.

Ad ogni modo l'inclinazione dell'asse di rotazione del cannocchiale fu determinata sia nelle puntate al Faro sia in quelle alla Polare, usando, nel suo calcolo, per valore di una parte della livella

$$4''.89\,.$$

Nelle quattro serate d'osservazione fu successivamente ruotato il cerchio orizzontale per modo che, puntato lo strumento sul Faro, le corrispondenti letture cadevano all'incirca alle divisioni 0°, 30°, 60°, 90°.

Nelle letture ai due microscopii micrometrici si collimarono sempre due tratti successivi del cerchio, prendendo il medio dei risultati.

Le tabelle seguenti contengono i dati d'osservazione, gli azimut della polare e gli azimut del Faro calcolati indipendentemente dalla collimazione e non ancora corretti per l'aberrazione diurna.

Le determinazioni della correzione dell'orologio furono fatte collo strumento dei passaggi, e gli appulsi alla polare furono registrati cronograficamente.

Le coordinate della polare in corrispondenza ai tempi d'osservazione si ricavarono dal Berliner Jahrbuch tenendo conto delle correzioni definitive di Auwers. Gli azimut della polare furono calcolati colla nota formula

$$\mathrm{tg}\, a = -\frac{\mathrm{cotg}\,\delta\,.\,\sec\varphi\,.\,\sin t}{1-\mathrm{cotg}\,\delta\,.\,\mathrm{tg}\,\varphi\,.\,\cos t}$$

facendo uso della tavola 33 di Albrecht ed assumendo per φ il valore: 32° 53′ 52″.5.

L'azimut A del Faro si dedusse dall'espressione:

$$\mathrm{A} = a + (\mathrm{L}_f + i_f\,\mathrm{cotg}\,\zeta \pm c\,\mathrm{cosec}\,\zeta) - (\mathrm{L}_p + i_p\,\mathrm{cotg}\,z \pm c\,\mathrm{cosec}\,z) + 0''.32\,\frac{\cos\varphi}{\sin z}$$

con L_f, L_p indicando le letture fatte rispettivamente in corrispondenza alle puntate al Faro ed alla polare; ζ rappresenta la distanza zenitale del Faro $= 88°\,30'$; z quella della polare, desunta in base al suo angolo orario medio, alla sua declinazione ed alla latitudine, facendo uso della Tav. 5 di Albrecht; i_f, i_p indicano le inclinazioni dell'asse orizzontale spettanti al Faro e alla polare. Come già fu avvertito, i calcoli si eseguirono indipendentemente dalla collimazione, riservando anche per ultimo la correzione per l'influenza dell'aberrazione diurna.

Dati d'osservazione.

Tabella I.

Cerchio	Oggetto	Tempo siderale	Lettura	Inclinazione in parti	Inclinazione in secondi	cotg ζ / cotg z	cosec ζ / cosec z
			1906 maggio 23				
S	Faro		0° 0′ 16″. 1	+ 2ᵖ. 07	+ 10″. 1	0.03	1.00
S	Polare	11ʰ 22ᵐ 9ˢ.06	54 21 29. 3	+ 1. 30	+ 6. 4	0.62	1.18
S	Polare	25 46.20	54 22 38. 8	+ 0. 90	+ 4. 4	0.62	1.18
S	Faro	—	0 0 15. 7	+ 1. 60	+ 7. 8	0.03	1.00
D	Faro	—	179 59 43. 9	+ 4. 35	+ 21. 3	0.03	1.00
D	Polare	11 44 23.23	234 28 11. 6	+ 1. 00	+ 4. 9	0.62	1.18
D	Polare	50 59.70	234 30 28. 2	— 0. 20	— 1. 0	0.62	1.18
D	Faro	—	179 59 39. 9	— 1. 45	— 7. 1	0.03	1.00
			1906 maggio 24				
S	Faro		30 0 46. 0	+ 1. 87	+ 9. 1	0.03	1.00
S	Polare	11 34 38.73	84 26 18. 0	+ 0. 25	+ 1. 2	0.62	1.18
S	Polare	40 29.80	84 28 12. 4	— 0. 65	— 3. 2	0.62	1.18
S	Faro	—	30 0 44. 1	+ 2. 00	+ 9. 8	0.03	1.00
D	Faro	—	210 0 1. 8	+ 3. 95	+ 19. 3	0.03	1.00
D	Polare	11 53 57.69	264 31 44. 1	0. 00	0. 0	0.62	1.18
D	Polare	57 50.77	264 33 3. 5	— 0. 35	— 1. 7	0.62	1.18
D	Faro	—	210 0 3. 5	+ 3. 95	+ 19. 3	0.03	1.00

Dati d'osservazione.

Segue Tab. I.

Cerchio	Oggetto	Tempo siderale	Lettura	Inclinazione in parti	Inclinazione in secondi	cotg ζ / cotg z	cosec ζ / cosec z
			1906 maggio 25				
S	Faro		60° 0′ 55.″ 2	— 1.ᵖ35	— 6.″6	0.03	1.00
S	Polare	11ʰ 30ᵐ 36ˢ.62	114 24 57. 7	+ 0. 20	+ 1. 0	0.62	1.18
S	Polare	34 10.14	114 26 7. 9	0. 00	0. 0	0.62	1.18
S	Faro	—	60 0 56. 5	— 1. 35	— 6. 6	0.03	1.00
D	Faro	—	239 59 56. 5	0. 00	0. 0	0,03	1.00
D	Polare	11 56 35.64	294 32 36. 0	0. 00	0. 0	0.62	1.18
D	Polare	nubi e pioggia	—	—	—	—	—
D	Faro		—	—	—	—	—
			1906 maggio 26				
S	Faro		90 0 55. 0	— 1. 40	— 6. 8	0.03	1.00
S	Polare	11 46 22.36	144 30 8. 7	— 0. 55	— 2. 7	0.62	1.18
S	Polare	48 51.44	144 30 58. 9	— 0. 20	— 1. 0	0.62	1.18
S	Faro	—	90 0 56. 2	— 1. 40	— 6. 8	0.03	1.00
D	Faro	—	270 0 5. 1	+ 0. 40	+ 2. 0	0.03	1.00
D	Polare	12 1 32.30	324 34 20. 3	— 0. 37	— 1. 8	0.62	1.18
D	Polare	3 50.02	324 35 9. 4	— 0. 47	— 2. 3	0.62	1.18
D	Faro	—	270 0 8. 2	+ 0. 40	+ 2. 0	0.03	1.00

Azimut della polare

Tabella II.

DATA 1906	Tempo siderale	Ascensione retta	Declinazione	Azimut
	h m s 11 22 9.06	h m s 1 24 44.92	° ′ ″ 88 48 5.0	° ′ ″ — 0 43 9.9
Maggio 23	25 46.20	44.92	»	42 0.3
	44 23.23	44.93	»	35 53.1
	11 50 59.70	1 24 44.93	»	— 0 33 39.3
	11 34 38.73	1 24 45.76	88 48 4.9	— 0 39 7.5
Maggio 24	40 29.80	45.76	»	37 11.4
	53 57.69	45.77	»	32 39.1
	11 57 50.77	1 24 45.77	»	— 0 31 19.2
	11 30 36.62	1 24 46.56	88 48 4.7	— 0 40 27.0
Maggio 25	34 10.14	46.56	»	39 17.2
	56 35.64	1 24 46.57	»	— 0 31 45.4
	11 46 22.36	1 24 47.33	88 48 4.5	— 0 35 14.1
Maggio 26	11 48 51.44	47.33	»	34 23.8
	12 1 32.30	47.34	»	30 3.6
	12 3 50.02	1 24 47.34	»	— 0 29 15.9

Deduzione dell'azimut del faro.

Tabella III.

Cerchio	Faro	corr° per i	Polare	corr° per i	Differenza azimutale Faro-Polare	Azimut polare	Azimut Faro senza coll°. ed aberr°.
			1906 maggio 23				
S	° ′ ″ 0 0 16.1	″ +0.3	° ′ ″ 54 21 29.3	″ +4.0	° ′ ″ 305 38 43.1	° ′ ″ — 0 43 9.9	° ′ ″ 304 55 33.2
S	0 0 15.7	+0.2	54 22 38.8	+2.7	305 37 34.4	— 0 42 0.3	304 55 34.1
D	179 59 43.9	+0.6	234 28 11.6	+3.0	305 31 29.9	— 0 35 53.1	304 55 36.8
D	179 59 39.9	— 0.2	234 30 28.2	— 0.6	305 29 12.1	— 0 33 39.3	304 55 32.8

Deduzione dell'azimut del faro.

Segue Tab. III.

Cerchio	Faro	corr^e per i	Polare	corr^e per i	Differenza azimutale Faro-Polare	Azimut polare	Azimut Faro senza coll^o. ed aberr^o.
			1906 maggio 24				
	° ′ ″	′	° ′ ″	″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″
S	30 0 46.0	+ 0.2	84 26 18.0	+ 0.7	305 34 27.5	— 0 39 7.5	304 55 20.0
S	30 0 44.1	+ 0.3	84 28 12.4	— 2.0	305 32 34.0	— 0 37 11.4	304 55 22.6
D	210 0 1.8	+ 0.5	264 31 44.1	0.0	305 28 18.2	— 0 32 39.1	304 55 39.1
D	210 0 3.5	+ 0.5	264 33 1.8	— 1.1	305 27 3.3	— 0 31 19.2	304 55 44.1
			1906 maggio 25				
S	60 0 55.2	— 0.2	114 24 57.7	+ 0.6	305 35 56.7	— 0 40 27.0	304 55 29.7
S	60 0 56.5	— 0.2	114 26 7.9	0.0	305 34 48.4	— 0 39 17.2	304 55 31.2
D	239 59 56.5	0.0	294 32 36.0	0.0	305 27 20.5	— 0 31 45.4	304 55 35.1
D	—	—	—	—	—	—	—
			1906 maggio 26				
S	90 0 55.0	— 0.2	144 30 8.7	— 1.7	305 30 47.8	— 0 35 14.1	304 55 33.7
S	90 0 56.2	— 0.2	144 30 58.9	— 0.6	305 29 57.7	— 0 34 23.8	304 55 33.9
D	270 0 5.1	+ 0.1	324 34 20.3	— 1.1	305 25 46.0	— 0 30 3.6	304 55 42.4
D	270 0 8.2	+ 0.1	324 35 9.4	— 1.4	305 25 0.3	— 0 29 15.9	304 55 44.4

Se si deducono i valori della collimazione separatamente dalle puntate al faro, e da quelle alla polare (riducendo, per la polare, le letture corrette d'inclinazione al meridiano mediante gli azimut calcolati nella tabella 2ª), si ottengono i risultati medii seguenti:

DATA 1906	Collimazione		Medio
	Polare	Faro	
	″	″	″
maggio 23	— 14.9	— 17.0	— 16.0
24	— 26.5	— 21.1	— 23.8
25	— 27.1	— 29.5	— 28.3
26	— 24.7	— 24.3	— 24.5

Tenuto conto della piccolezza degli intervalli di tempo che separano le puntate coniugate alla polare, le conseguenti variazioni nella sua distanza zenitale, e quindi nel suo coefficiente di collimazione cosec z, sono così piccole, che può ritenersi del tutto eliminata l'influenza della collimazione facendo il medio dei due valori dell'azimut corrispondenti a due osservazioni coniugate.

Otteniamo così i seguenti valori:

$$
\begin{array}{r}
A = 304^\circ\, 55'\, 35''.0 \\
33.\ 5 \\
29.\ 5 \\
33.\ 4 \\
32.\ 4 \\
33.\ 1 \\
38.\ 1 \\
39.\ 1 \\
\hline
\end{array}
$$

Medio $A = 304\ \ 55\ \ 34.\ 3 \pm 0''.7$ *e.p.* — Nord per Est.

Applicata poi la correzione per aberrazione, esso diventa

$$A = 304^\circ\ 55'\ 34''.6$$

che riterremo come valore definitivo.

Se in base ai dati di pag. 217 riduciamo questo valore, osservato fuori di centro, all'asse del Bamberg (riduzione $-0^\circ\, 1'\, 36'.2$), otteniamo:

Azimut della direzione Bamberg-Faro (asta parafulmine)

$304^\circ\ 53'\ 58''.4$ N per E

e quindi (vedi ancora pag. 217)

Azimut della direzione Bamberg-Consolato Italiano (palo della bandiera)

$288^\circ\ 35',1$.

§ 4. *Riduzione della longitudine e della latitudine al Faro ed al Consolato Italiano.* — Le due distanze, ottenute dalla triangolazione:

Bamberg-Consolato Italiano	=	metri	123.36
Bamberg-Faro	=	»	436.03

combinate coi due rispettivi azimut or ora trovati, dànno le seguenti riduzioni:

Dal Bamberg al Faro:

in longitudine	: riduzione	=	metri	357.6	=	$0^s.92$
in latitudine	: »	=	»	249.5	= +	$8''.10$

Dal Bamberg al Consolato Italiano:

in longitudine	: riduzione	=	metri	116.9	=	$0^s.30$
in latitudine	: »	=	»	39.3	= +	$1''.28$.

Questi valori sono desunti assumendo, in corrispondenza a $\varphi = 32° 54'$, come lunghezza dell'arco di $1''$ in meridiano metri 30.8 e dell'arco di 1^s sul parallelo metri 390.

Quanto al segno delle due riduzioni in longitudine basterà aver presente che tanto il Faro quanto il Consolato giacciono ad W della stazione.

CAPITOLO III.

Differenza di longitudine Roma C. R. Tripoli d'Africa.

Metodo della culminazione della luna e delle stelle lunari. — Differenza di equazione personalestrumentale. — Osservazioni di longitudine.

§ 1. *Riduzione in meridiano di osservazioni ai bordi lunari fatte con uno strumento dei passaggi.* — Il metodo che ordinariamente si usa per ridurre al filo di mezzo ed al meridiano il tempo del passaggio di un astro ad un filo laterale ammette che l'astro osservato in un breve intervallo di tempo non abbia moto proprio apprezzabile, come avviene per le stelle. Se invece esso, come la luna, il sole ed anche i pianeti ha moto proprio sensibile, non solo, ma anche sensibili diametro apparente e parallasse, allora il metodo, che si compendia nella formula di Mayer o nelle equivalenti di Hansen o di Bessel, non è più adatto allo scopo.

Vogliasi, ad esempio, dedurre il tempo siderale del passaggio in meridiano del centro della luna dal tempo osservato del passaggio di un suo bordo ad un filo laterale in uno strumento dei passaggi stabilito in meridiano.

Indichiamo con f la distanza equatoriale di questo filo da quello di mezzo, positiva se il primo è incontrato dall'astro prima del secondo, con R' il semidiametro apparente dell'astro.

In tal caso l'asse orizzontale di rotazione dello strumento forma con la visuale diretta al centro della luna un angolo

$$90° + c + f \pm R'$$

valendo il segno $+$ o il segno $-$ a seconda che fu osservato il bordo occidentale o l'orientale ed essendo c la collimazione contata positivamente se il filo di mezzo cade ad Est del Cerchio massimo strumentale.

Indichiamo con

τ l'angolo orario verso levante del centro dell'astro.

A il punto nel quale l'asse di rotazione incontra il cielo ad Ovest, cioè il polo del cerchio massimo strumentale.

n la declinazione del punto A.

$90°$-m il suo angolo orario.

δ' la declinazione apparente della luna, vale a dire affetta di parallasse.

Nel triangolo sferico che ha i suoi vertici nel punto A, nel polo P, e nel centro S dell'astro, sarà:

$$AP = 90^\circ - n \; ; \; PS = 90^\circ - \delta' \; ; \; AS = 90^\circ + c + f \pm R'$$
$$\widehat{APS} = 90^\circ - m + \tau = 90^\circ + (\tau - m)$$

Ne deduciamo:

$$\cos AS = \cos PS \cos PA + \sin PS \sin PA \cos APS$$

ossia:

$$\sin (c + f \pm R') = - \sin \delta' . \sin n + \cos \delta' \cos n \sin (\tau - m) .$$

Sia ora:

α' l'ascensione retta apparente della luna.
ϑ il tempo siderale del passaggio del bordo al filo laterale f;

sarà:

$$\tau = \alpha' - \vartheta .$$

Qualora poi si osservi con uno strumento ben rettificato, in causa della piccolezza di τ, m, n, c, f, ed R', possiamo scrivere senz'altro:

$$c + f \pm R' = - n . \sin \delta' + (\tau - m) \cos \delta' = - n . \sin \delta' + (\alpha' - \vartheta - m) \cos \delta'$$

ossia:

$$(1) \qquad (\alpha' - \vartheta) . \cos \delta' = f \pm R' + m \cos \delta' + n \sin \delta' + c .$$

Le quantità apparenti α', δ', R' possiamo però esprimerle in funzione delle vere o geocentriche mediante le formule che dànno la parallasse in α ed in δ; formule le quali contengono le tre distanze Δ, Δ' e ϱ essendo Δ la distanza dell'astro dal centro della terra, Δ' la distanza dal luogo d'osservazione e ϱ il raggio terrestre locale.

Dividendo quelle formule per Δ e ricordando che

$$\frac{\varrho}{\Delta} = \varrho . \sin p$$

dove p è la parallasse orizzontale equatoriale della luna e dove ϱ è espresso in unità di raggi equatoriali terrestri, otteniamo, posto $\Delta = 1$,

$$(2) \qquad \begin{aligned} \Delta' \cos \delta' \cos \alpha' &= \cos \delta \cos \alpha - \varrho \sin p \cos \varphi' \cos \vartheta \\ \Delta' \cos \delta' \sin \alpha' &= \cos \delta \sin \alpha - \varrho \sin p \cos \varphi' \sin \vartheta \\ \Delta' \sin \delta' &= \sin \delta - \varrho \sin p \sin \varphi' \end{aligned}$$

essendo φ' la latitudine geocentrica del luogo.

Dalle equazioni (2) si deducono poi le:

$$(3) \qquad \begin{aligned} \Delta' \cos \delta' \sin (\alpha' - \vartheta) &= \cos \delta \sin (\alpha - \vartheta) \\ \Delta' \cos \delta' \cos (\alpha' - \vartheta) &= \cos \delta \cos (\alpha - \vartheta) - \varrho \sin p \cos \varphi' \end{aligned}$$

le quali, in causa della piccolezza di $(\alpha' - \vartheta)$ e di $(\alpha - \vartheta)$, si possono scrivere, unitamente alla terza delle (2)

$$
(4) \qquad \begin{aligned}
\Delta' \cos\delta' \,.\, (\alpha' - \vartheta) &= \cos\delta \,.\, (\alpha - \vartheta) \\
\Delta' \cos\delta' &= \cos\delta - \varrho \sin p \cos\varphi' \\
\Delta' \sin\delta' &= \sin\delta - \varrho \sin p \sin\varphi'
\end{aligned}
$$

Dalle due ultime (omettendo i termini quadratici in p) si deduce:

$$
(4') \qquad \Delta' = 1 - \varrho \,.\, \sin p \cos(\varphi' - \delta)\,.
$$

Moltiplichiamo ora la (1) per Δ' e scriviamo:

$$
(5) \qquad (\alpha' - \vartheta) \,.\, \Delta' \,.\, \cos\delta' = f \,.\, \Delta' \pm \mathrm{R}' \Delta' + \Delta' \cos\delta' (m + n \operatorname{tg}\delta' + c \sec\delta')
$$

Essendo:

$$
\mathrm{R}' : \mathrm{R} = \Delta : \Delta'
$$

e quindi

$$
\Delta' \,.\, \mathrm{R}' = \Delta \,.\, \mathrm{R}
$$

posto $\Delta = 1$ e sostituendo nella (5) alle espressioni $(\alpha' - \vartheta) \,.\, \Delta' \,.\, \cos\delta'$, $\Delta' \cos\delta'$, Δ', i loro valori dati dalle (4) e (4'), avremo:

$$
(\alpha - \vartheta) \,.\, \cos\delta = f\,(1 - \varrho \,.\, \sin p \,.\, \cos(\varphi' - \delta)) \pm \mathrm{R} + (\cos\delta - \varrho \sin p \cos\varphi') \\
(m + n \operatorname{tg}\delta' + c \sec\delta')
$$

ossia:

$$
(6) \qquad \alpha - \vartheta = f \,.\, \frac{1 - \varrho \sin p \cos(\varphi' - \delta)}{\cos\delta} \pm \frac{\mathrm{R}}{\cos\delta} + \left(1 - \frac{\varrho \sin p \cos\varphi'}{\cos\delta}\right) \\
(m + n \operatorname{tg}\delta' + c \sec\delta')\,.
$$

Orbene $\alpha - \vartheta$ è il vero angolo orario del centro della luna all'istante del passaggio del bordo al filo laterale f, cioè a dire è il tempo che impiegherebbe il centro dell'astro a ridursi in meridiano, qualora però l'astro stesso non fosse dotato di moto proprio. Nel caso della luna, chiamato λ l'aumento della sua ascensione retta in un secondo di tempo siderale, la velocità dell'astro nella direzione E-W sarà $1 - \lambda$ e quindi il tempo impiegato a percorrere l'angolo orario $\alpha - \vartheta$ sarà:

$$
\frac{\alpha - \vartheta}{1 - \lambda}\,.
$$

Il tempo della culminazione, cioè a dire l'ascensione retta vera del suo centro, sarà qnindi:

$$
\vartheta + \frac{\alpha - \vartheta}{1 - \lambda}\,.
$$

Usando ancora lo stesso simbolo α per indicare tale ascensione retta e posto

$$F = \frac{1 - \varrho \sin p \cos(\varphi' - \delta)}{(1 - \lambda) \cos \delta}$$

$$P = \frac{1 - \varrho \sin p \cos \varphi' \sec \delta}{1 - \lambda}$$

avremo:

$$\alpha = \vartheta + f \,.\, F \pm \frac{R \sec \delta}{1 - \lambda} + P\,(m + n \operatorname{tg} \delta' + c \sec \delta') \tag{7}$$

che è la formula definitiva per il calcolo della ascensione retta del centro della luna, dall'osservazione del passaggio di un suo bordo al filo laterale f.

Nella (7) il termine

$$f \,.\, F$$

rappresenta la riduzione dal filo laterale al medio. Quando il reticolo sia pressochè simmetrico, può eliminarsi la riduzione di ogni singolo filo al centrale, facendo il medio dei tempi relativi ai singoli fili e correggendo poi di dissimmetria.

Mentre però nelle osservazioni di astri non dotati di moto proprio sensibile, il coefficiente della dissimmetria equatoriale è:

$$\sec \delta,$$

nel caso della luna tale coefficiente è dato da F; ed ancora: quando la dissimmetria, come generalmente avviene negli strumenti moderni, sia piccola, si può ommettere anche il calcolo di F, ed applicare la dissimetria equatoriale moltiplicata per:

$$\sec \delta'$$

apportando al valore così ottenuto la minima correzione dipendente dal moto della luna in ascensione retta nel piccolo intervallo di tempo

$$[\text{dissimetria}] \,.\, \sec \delta'$$

correzione che deducesi in funzione del moto in α dato dalle effemeridi.

Il termine:

$$\frac{R \,.\, \sec \delta}{1 - \lambda}$$

dà il tempo impiegato dal semidiametro a passare in meridiano; per il sole e la luna il suo ammontare è fornito dalle effemeridi.

Quanto poi all'ultimo termine della (7), esso null'altro rappresenta se non la riduzione dal filo di mezzo al meridiano per gli errori strumentali di inclinazione i, azimut k, e collimazione c.

La somma algebrica

$$m + n \operatorname{tg} \delta' + c \sec \delta'$$

secondo le notazioni di Bessel, corrisponde all'espressione:

$$\frac{\sin(\varphi - \delta')}{\cos \delta'} \cdot k + \frac{\cos(\varphi - \delta')}{\cos \delta'} \cdot i + c \cdot \sec \delta'$$

della formula di Mayer.

Quando tale somma, o per la piccolezza dei singoli errori strumentali, o per il loro segno, sia piccolissima, può ritenersi $P = 1$, e fare la relativa correzione al tempo osservato come si trattasse di una stella. Per il sole, ed i pianeti, le parallassi dei quali sono molto piccole, può sempre porsi

$$P = 1 \text{ ed } F = \frac{\sec \delta}{1 - \lambda}.$$

È appena ovvio accennare che per ϑ intendesi il tempo dell'orologio corretto del suo stato assoluto, e che la declinazione apparente dell'astro, affetta cioè di parallasse, può, per lo scopo, anche leggersi sul cerchio di puntata; ad ogni modo la si calcola colla nota espressione:

$$\delta' = \delta - p \sin(\varphi' - \delta).$$

Noteremo infine che le effemeridi dànno le coordinate della luna coll'argomento: tempo medio. Ridotto adunque il tempo dell'osservazione al meridiano dell'effemeride, da questa si desume direttamente la variazione $\Delta\alpha$ dell'ascensione retta della luna, ad esempio, in un ora di tempo medio; essendo poi:

1 ora di tempo siderale $= 0^h,99727$ di tempo medio sarà:

$$\lambda = \frac{0,99727}{3600} \cdot \Delta\alpha = [6.44251]\,\Delta\alpha.$$

Il Nautical Almanac, la Connaissance des Temps ecc. ecc. dànno ancora la variazione dell'ascensione retta del lembo della luna in un'ora di longitudine (le 24 ore di longitudine qua corrispondono al giorno lunare) allo scopo appunto di valersi del modo proprio in ascensione retta per il problema delle longitudini.

Il rapporto fra $\Delta\alpha$ ☾ in un'ora di longitudine o in un minuto di longitudine e $\Delta\alpha$ ☾ in un'ora o in un minuto di tempo medio è una grandezza variabile, tuttavia, se si moltiplica il rapporto prima indicato per $\frac{24}{24,8417}$, si ha:

$$\lambda = [6.42754]\,\Delta\alpha_1$$

dove $\Delta\alpha_1$ è il moto in un'ora di longitudine e λ, come prima, l'incremento dell'ascensione retta della ☾ in un secondo siderale. È appena necessario dire che il numero 24,8417 è il medio giorno lunare espresso in ore medie.

§ 2. *Determinazione della differenza di longitudine con osservazioni della luna sola e della luna colle stelle lunari.* — Caso della luna sola. Il metodo della determinazione delle longitudini con osservazioni lunari è tutto basato sul rapido movimento in ascensione retta della luna; movimento che ammonta in media a 13°,2 giornalmente, cioè a 33′ per ora e che avviene da W verso E.

Se lo stesso giorno si osserva cioè in due luoghi l'ascensione retta della luna per l'istante della sua culminazione, si ottengono risultati diversi appunto in ragione della differenza di longitudine dei due luoghi, e tale differenza deducesi in base a quella delle due ascensioni rette osservate.

Dal capitolo precedente già conosciamo il metodo di calcolo rigoroso per dedurre il tempo siderale della culminazione del centro della luna da osservazioni di uno dei lembi ai fili di uno strumento stabilito in meridiano.

Siano θ, θ' i tempi siderali della culminazione del centro della luna per due luoghi A, A′, le cui longitudini, ad esempio, orientali dal meridiano dell'effemeride, indichiamo rispettivamente con l, l'.

La differenza di longitudine dei due luoghi è

$$L = l' - l$$

intendendola positiva se A′ è a levante di A.

I tempi riferiti al meridiano dell'effemeride ed espressi mediante θ, θ' saranno:

$$\theta - l \quad , \quad \theta' - l'.$$

Indichiamo con T il loro medio; poniamo cioè:

$$T = \frac{\theta + \theta'}{2} - \frac{l + l'}{2}. \tag{8}$$

Indichiamo con $\alpha, \frac{d\alpha}{dt}, \frac{d^2\alpha}{dt^2} \dots$ l'ascensione retta della luna ed i suoi quozienti differenziali, tolti per interpolazione dall'effemeride e valevoli pel tempo T. In corrispondenza ad un tempo $T + \tau$, pel teorema di Taylor, l'ascensione retta sarà:

$$\alpha + \tau \frac{d\alpha}{dt} + \frac{\tau^2}{2} \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{\tau^3}{6} \frac{d\alpha^3}{dt^3} \dots$$

Poniamo una volta $T + \tau = \theta - l$ e poi $T + \tau = \theta' - l'$. Posto allora:

$$D = \theta' - \theta$$

avremo, ricordando la (8):

$$\tau = \theta - l - T = -\frac{1}{2}(\theta' - \theta) + \frac{1}{2}(l' - l) = -\frac{1}{2}(D - L)$$

$$\tau = \theta' - l' - T = +\frac{1}{2}(\theta' - \theta) - \frac{1}{2}(l' - l) = +\frac{1}{2}(D - L).$$

Indicando poi con $\Delta\alpha$ la correzione all'ascensione retta della luna data nell'effemeride [1], il valore di α corrispondentemente ai tempi $\theta - l$, $\theta' - l'$ del meridiano dell'effemeride, ossia ai tempi locali θ, θ', sarà rispettivamente

$$\alpha + \Delta\alpha - \frac{1}{2}(\mathrm{D}-\mathrm{L})\frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{8}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^2\frac{d^2\alpha}{dt^2} - \frac{1}{48}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^3\frac{d^3\alpha}{dt^3}\cdots$$

$$\alpha + \Delta\alpha + \frac{1}{2}(\mathrm{D}-\mathrm{L})\frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{8}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^2\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{1}{48}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^3\frac{d^3\alpha}{dt^3}.$$

Queste ascensioni rette, a parte gli errori sistematici ed accidentali di osservazione, devono coincidere coi tempi siderali osservati θ, θ'; dovrebbe cioè essere:

$$\theta = \alpha + \Delta\alpha - \frac{1}{2}(\mathrm{D}-\mathrm{L})\frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{8}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^2\frac{d^2\alpha}{dt^2} - \frac{1}{48}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^3\frac{d^3\alpha}{dt^3}$$

$$\theta' = \alpha + \Delta\alpha + \frac{1}{2}(\mathrm{D}-\mathrm{L})\frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{8}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^2\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{1}{48}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^3\frac{d^3\alpha}{dt^3}.$$

Da queste relazioni, ricordando che $\mathrm{D} = \theta' - \theta$, ed omettendo i termini di ordine superiore, si ottiene:

$$\mathrm{D} = (\mathrm{D}-\mathrm{L})\frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{24}(\mathrm{D}-\mathrm{L})^3\frac{d^3\alpha}{dt^3}$$

e quindi

$$\mathrm{D} - \mathrm{L} = \frac{\mathrm{D}}{\frac{d\alpha}{dt}} - \frac{1}{24}\frac{(\mathrm{D}-\mathrm{L})^3}{\frac{d\alpha}{dt}}\frac{d^3\alpha}{dt^3} \tag{9}$$

ossia, in causa della piccolezza del secondo termine,

$$\mathrm{D} - \mathrm{L} = \mathrm{D} : \frac{d\alpha}{dt}.$$

Sostituiamo questo valore nella (9); avremo:

$$\mathrm{D} - \mathrm{L} = \frac{\mathrm{D}}{\frac{d\alpha}{dt}} - \frac{1}{24}\frac{\mathrm{D}^3}{\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^4}\frac{d^3\alpha}{dt^3}$$

e quindi

$$\mathrm{L} = l' - l = (\theta' - \theta) - \frac{\theta' - \theta}{\frac{d\alpha}{dt}} + \frac{1}{24}\frac{(\theta' - \theta)^3}{\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^4}\frac{d^3\alpha}{dt^3}. \tag{10}$$

[1] Come è noto, anche dopo le correzioni empiriche di Newcomb alla ascensione retta ed alla declinazione della luna, queste due coordinate si dimostrano oggidì nuovamente difettose, donde le continuate osservazioni della luna fatte a Greenwich, ed altrove. Le correzioni di Newcomb all'α luna, variabili secondo il luogo della luna nella sua orbita, quale risulta dalle Tavole di Hansen, sono negative troppo forti, d'onde α luna calcolata e corretta per $\Delta\alpha$ Newcomb è troppo bassa sulla reale.

La soluzione del problema è, come vedesi, indiretta; poichè per la determinazione del tempo T dato dalla (8), pel quale sono da calcolarsi i quozienti differenziali che entrano nella (10), si richiede una conoscenza delle longitudini dei due luoghi rispetto al meridiano dell'effemeride. Solamente devesi notare che basta conoscere tali dati assai grossolanamente rispetto ai risultati che può fornire il metodo convenientemente usato e discusso.

Noteremo ancora che, come dimostra un semplice calcolo di prova, finchè la differenza di longitudine in esame non oltrepassi due ore, l'ultimo termine della (10) è completamente trascurabile; così che entro questi limiti può ritenersi:

$$\mathrm{L} = l' - l = (\theta' - \theta)\left(1 - \frac{1}{\frac{d\alpha}{dt}}\right). \tag{10'}$$

Come già abbiamo accennato nel capitolo precedente, l'intervallo $\theta' - \theta$ è espresso in secondi di tempo siderale, e quindi necessita conoscere $\frac{d\alpha}{dt}$ vale a dire il moto della luna in 1 secondo, espresso nella stessa unità.

Orbene le effemeridi dànno in generale l'ascensione retta della luna di ora in ora di tempo medio, e da esse può quindi dedursi con una semplice interpolazione la variazione h dell'ascensione retta di quest'astro in un'ora di tempo medio corrispondentemente all'istante T; noto h sarà $\frac{h}{3600}$ la variazione stessa in un secondo di tempo medio.

Cosicchè essendo 1^s di tempo siderale $= 0^s.99727$ di tempo medio, sarà

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{0.99727 \times h}{3600}$$

la variazione in 1^s di tempo siderale. Avremo infine

$$\mathrm{L} = l' - l = (\theta' - \theta)\left(1 - \frac{3600}{0.99727 \times h}\right). \tag{11}$$

Già vedemmo come le effemeridi moderne diano addirittura il mezzo di dedurre rapidamente il moto in ascensione retta della luna in un'ora (N. Al) oppure in un minuto (C. des T.) di longitudine (giorno lunare). In tal caso, previa la conoscenza approssimata di $l' - l$, per il meridiano $\frac{l' + l}{2}$ si calcoli la variazione dell'ascensione retta della luna, per es. in 1^m di longitudine che diremo $\Delta\alpha_m$ e si scriva la proporzione: $\Delta\alpha_m : 60^s = \theta' - \theta : x^s$; x^s sarà $l' - l$, e, ove occoresse, la proporzione può rinnovarsi con $\Delta\alpha_m$ più rigoroso. L'interpolazione di $\Delta\alpha_m$ per il meridiano intermedio (specialmente la finale, se il calcolo dovesse essere rinnovato) va fatta con ogni cura. In $\Delta\alpha_m$ è inclusa la variazione della durata del passaggio al meridiano del raggio lunare.

Considerazioni sul metodo. Qualora le osservazioni si facciano in un sol luogo e l'osservatore si appoggi al meridiano dell'effemeride per dedurre la longitudine da esso, allora come seconda stazione serve l'effemeride stessa, dalla quale si ricava l'ascensione retta della luna per il tempo del passaggio al suo meridiano.

Ciò che merita specialmente d'essere rilevato si è che il secondo fattore della (11) ammonta in media al valore 27 (22 con luna perigea, 31 con luna apogea). Così che un errore, ad esempio, di $0^s,1$ nella differenza $\theta' - \theta$ produce un errore di circa $2^s,7$ nella differenza di longitudine.

Questa considerazione è quella appunto che decreta l'assoluta inferiorità di questo metodo rispetto a quello delle comunicazioni telegrafiche e delle occultazioni.

Quando infatti le osservazioni si facciano in un sol luogo appoggiandosi al meridiano dell'effemeride, oltrechè gli errori accidentali, gravano sul risultato nella proporzione ora accennata e l'errore sistematico nell'osservazione della luna, e i difetti delle coordinate dell'astro date dall'effemeride.

Quando poi si osservi in due luoghi, allo scopo di avere la loro differenza di longitudine, i difetti delle tavole luna rivengono eliminati [1]; ma permane come causa d'errore quella proveniente dalla differenza algebrica degli errori sistematici dei due osservatori.

In questo caso un risultato attendibile potrà aversi solo qualora i due osservatori possano appunto fornirsi un buon valore della differenza algebrica degli errori di carattere sistematico che essi commettono osservando la luna.

Ed a tale risultato potranno giungere qualora, prima e dopo le operazioni, cogli stessi strumenti loro destinati, osservino simultaneamente in uno stesso luogo la luna per decidere, dopo ripetute prove, quale correzione debbano apportare ai loro risultati per renderli liberi dall'influenza degli errori sistematici rispettivi.

Occorre, in altre parole, che, prima e dopo le osservazioni, abbiano la massima cura di fornirsi un buon valore della differenza algebrica di equazione personale-strumentale nell'osservazione del lembo lunare.

Passata buona l'ipotesi che durante le osservazioni di longitudine la differenza algebrica di equazione personale-strumentale siasi mantenuta eguale al medio dei due valori dedotti dalle esperienze fatte prima e dopo, la causa d'errore che consideriamo potrà ritenersi grandemente attenuata, se non del tutto eliminata.

È da notarsi però un'altra circostanza ancora.

Il tempo siderale della culminazione della luna quale deducesi dalle osservazioni è ancora affetto dall'errore proveniente da una eventuale imperfetta conoscenza delle costanti strumentali usate nella riduzione dal filo di mezzo al meridiano, e dello stato assoluto dell'orologio.

E tale errore traducesi in media pure nella stessa proporzione da 1 a 27 sul valore della longitudine.

[1] La massima variazione assegnata da Newcomb a $\Delta\alpha$ luna (correzione) può raggiungere $0^s.07$ in 12^h.

Caso della luna colle stelle lunari. Gli è appunto per eliminare od attenuare grandemente questa causa d'errore che il metodo fu modificato prescrivendo d'osservare insieme alla luna alcune stelle (dette stelle lunari) che giacciano sul parallelo di questa o molto non se ne discostino, e culminino a piccolo intervallo di tempo prima e dopo la luna stessa ([1]).

Le stelle in numero di quattro, due precedenti e due seguenti, contenute in posizione apparente per ogni data nelle effemeridi o sono fondamentali oppure di ascensione retta ben studiata e possono osservarsi anche con strumenti modesti.

Osservando colla luna le stelle lunari, la differenza di longitudine anzichè dalla differenza $\theta' - \theta$ dei tempi siderali osservati per la culminazione della luna, risulta dalla differenza fra gli intervalli di tempo luna meno stella (o viceversa) osservati nelle due stazioni.

È evidente che in tal modo questi intervalli, cioè queste differenze d'ascensione retta fra la luna e ciascuna stella, dedotte dalle osservazioni meridiane, risultano, può dirsi, totalmente libere dall'influenza di una imperfetta conoscenza degli errori strumentali e dello stato assoluto dell'orologio, del quale però è necessario conoscer bene la marcia.

Ma il vantaggio che si ottiene con tal metodo d'osservazione è ben poca cosa di fronte alle cause d'errore che ancora permangono, specialmente quando le osservazioni si facciano in un sol luogo appoggiandosi al meridiano di un'effemeride. Da parte dell'osservatore infatti permane come causa di errore sistematico la differenza di equazione personale-strumentale ch'egli commette osservando le stelle e la luna, da parte dell'effemeride entra direttamente ad infirmare il risultato l'errore nelle tavole lunari ed ancora l'incertezza delle ascensioni rette delle stelle. Solo quest'ultima causa d'errore può sperarsi venga eliminata, qualora le osservazioni si facciano per più giorni in modo da potersi ritenere che, sopra molte stelle, le incertezze delle loro ascensioni rette finiscano per compensarsi.

L'aggiunta delle stelle lunari migliora invece sensibilmente il metodo quando si tratti di applicarlo alla determinazione della differenza di longitudine fra due stazioni A, A' con osservazioni in comune fatte sugli stessi astri.

Potendosi infatti, allo stato moderno della teoria lunare, prescindere totalmente o quasi dall'errore che proverrebbe da una imperfetta conoscenza del moto unitario della luna in ascensione retta e della variazione apparente del suo diametro, nel caso che ora consideriamo e qualora i due osservatori abbiano la cura di fornirsi per ogni sera valori abbastanza buoni degli errori strumentali, le cause di imperfezione dei risultati non possono ormai dipendere (a parte gli errori accidentali) che:

1° Da una imperfetta conoscenza della marcia dell'orologio;

([1]) Quantunque il metodo di determinare le longitudini con osservazioni dei passaggi della luna in meridiano si trovi indicato per la prima volta da Purchas che ne fece cenno in una relazione di un suo viaggio in Groenlandia sul principio del secolo XVII, tuttavia devesi a Lindenau il metodo veramente pratico di osservare ad un tempo e le culminazioni della luna e quelle di stelle vicine ad essa.

(Bernardo Lindenau n. ad Altenburgo 1780, m. ad Altenburgo 1854). Vedi Monat. corr. ecc. von B. Zach 1805: nella quale corrispondenza trovasi la nota fondamentale del Lindenau: *Ueber die Zuverlässigkeit der Längenbestimmungen durch Mondsculminationen*

2° Dalla equazione personale-strumentale sulle differenze d'ascensione retta fra la luna e le stelle.

Gli errori delle ascensioni rette delle stelle vengono totalmente eliminati, come pure vengono eliminati quelli delle tavole lunari.

Anche la prima causa d'errore ora accennata, quando si usi un orologio abbastanza buono, può eliminarsi con opportune determinazioni di tempo che già debbono farsi per la conoscenza degli errori strumentali.

Ed il risultato rimane così unicamente influenzato (sempre a parte gli errori accidentali) dalla seconda causa d'errore.

Sia infatti α_* la vera ascensione retta della stella e sia $\alpha_☾$, $\alpha'_☾$ quella della luna pel tempo della rispettiva culminazione in A , A′.

Posto

$$D = \alpha_☾ - \alpha_*$$
$$D' = \alpha'_☾ - \alpha_*$$

la vera differenza di longitudine fra le due stazioni sarà, per la (11),

$$L = (D - D')\,K$$

indicando con K il fattore teorico in causa del moto della luna in ascensione retta in un'ora o in un minuto di longitudine (ore e minuti lunari).

A parte sempre gli errori accidentali, indichiamo con $\Delta\alpha_*$, $\Delta\alpha_☾$ e $\Delta'\alpha_*$, $\Delta'\alpha_☾$ gli errori, cambiati di segno, di carattere sistematico che, pel modo di osservare, per la natura dello strumento ecc. ecc., i due operatori in A , A′ commettono nell'osservazione della stella e della luna.

Se chiamiamo con αo_* , $\alpha o_☾$ le ascensioni rette della stella e della luna osservate in A e con $\alpha' o_*$, $\alpha' o_☾$ quelle osservate in A′, sarà:

$$\left.\begin{array}{l}\alpha_* = \alpha o_* + \Delta\alpha_* \\ \alpha_☾ = \alpha o_☾ + \Delta\alpha_☾\end{array}\right\} \text{per l'osservatore in A},$$

$$\left.\begin{array}{l}\alpha_* = \alpha' o_* + \Delta'\alpha_* \\ \alpha'_☾ = \alpha' o_☾ + \Delta'\alpha_☾\end{array}\right\} \text{per l'osservatore in A'}$$

e quindi

$$D = (\alpha o_☾ + \Delta\alpha_☾) - (\alpha o_* + \Delta\alpha_*) = (\alpha o_☾ - \alpha o_*) + (\Delta\alpha_☾ - \Delta\alpha_*)$$
$$D' = (\alpha' o_☾ + \Delta'\alpha_☾) - (\alpha' o_* + \Delta'\alpha_*) = (\alpha' o_☾ - \alpha' o_*) + (\Delta'\alpha_☾ - \Delta'\alpha_*).$$

Ne consegue:

$$L = K\Big[(D o - D' o) + (\Delta\alpha_☾ - \Delta\alpha_*) - (\Delta'\alpha_☾ - \Delta'\alpha_*)\Big] \tag{12}$$

dove $D o$, $D' o$ rappresentano le differenze luna-stella osservate rispettivamente in A e A′.

La (12) dice subito come la differenza di longitudine L risulti esatta dalle differenze $D_{\odot}$, $D'_{\odot}$ solamente nel caso in cui:

o ciascuno dei due osservatori commetta lo stesso errore sistematico nell'osservazione della stella come della luna, pur potendo questo errore essere diverso da un'osservatore all'altro,

oppure, nel caso in cui, pur essendo diverso l'errore commesso sulla stella da quello commesso sulla luna, essi però siano tali che la loro differenza risulti identica per ciascun osservatore.

In ogni altro caso la differenza

$$\left(\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_{*}\right) - \left(\Delta'\alpha_{☾} - \Delta'\alpha_{*}\right)$$

si tradurrà, moltiplicata per circa 27, come errore sulla differenza di longitudine cercata.

La (12), in altre parole, indica chiaramente quale sia l'operazione indispensabile a farsi per tentare di rendere il risultato immune dalla causa d'errore che consideriamo.

È necessario cioè che gli osservatori rivolgano particolarissima la loro cura alla determinazione della differenza fra le loro equazioni personali-strumentali nell'osservazione della differenza d'ascensione retta fra la luna e le stelle.

E tale risultato potrà evidentemente ottenersi qualora i due osservatori, prima e dopo le operazioni di longitudine, collocati i loro strumenti l'uno prossimo all'altro (per modo che sia trascurabile la differenza di longitudine degli strumenti stessi, o facilmente deducibile), osservino ciascuno col proprio strumento, e per un certo numero di sere, la luna e le stelle lunari, e paragonino poscia fra di loro le rispettive differenze d'ascensione retta luna-stella osservate che dovrebbero concludersi identiche.

E maggior grado di esattezza potranno avere i risultati quando tutti gli appulsi agli astri osservati, tanto per l'uno quanto per l'altro osservatore, sieno registrati dallo stesso cronografo, scrivente il tempo segnato dallo stesso orologio, potendosi infatti in tal caso prescindere anche da una eventuale incertezza nella conoscenza della marcia dell'orologio registratore.

Nei riguardi di queste osservazioni noteremo ancora che esse devono compiersi egualmente tanto col lembo occidentale come con quello orientale, tenendo separati i rispettivi valori. Esse si riducono poi, una volta collocati i due strumenti come è stato sopra detto, ad una determinazione delle costanti strumentali ed all'osservazione di alcune stelle precedenti la luna, del bordo della luna, e di altre stelle seguenti, tutte prossime al parallelo della luna stessa e preferibilmente isofote.

I calcoli poi si fanno per le stelle col solito metodo di riduzione al filo di mezzo e da questo al meridiano; per la luna secondo la formula (7) ricordando quanto a proposito è stato detto nel capitolo precedente. Soltanto può notarsi che è inutile, per la ricerca in parola, tener conto del termine

$$\frac{R \,.\, \sec\delta}{1 - \lambda}$$

identico per ciascun osservatore, e riferirsi quindi soltanto al calcolo del tempo siderale della culminazione del bordo osservato.

I risultati saranno altrettante differenze luna-stella quante furono le stelle osservate; paragonati i valori ottenuti da un osservatore con quelli dell'altro, si avranno altrettanti valori singoli di

$$\left(\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_{*}\right) - \left(\Delta'\alpha_{☾} - \Delta'\alpha_{*}\right)$$

il medio dei quali dirà in grandezza e segno qual correzione debbasi apportare alle osservazioni di longitudine per rendere il risultato immune dall' influenza della differenza degli errori sistematici personali-strumentali dei due osservatori. Qualora, ad esempio, si aspiri ad un risultato che, nei riguardi dell'errore in parola, garantisca poi la differenza di longitudine entro $0^s.3$, le osservazioni relative alla equazione personale-strumentale dovranno essere moltiplicate fino a garantire la conoscenza della differenza

$$\left(\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_{*}\right) - \left(\Delta'\alpha_{☾} - \Delta'\alpha_{*}\right)$$

entro $0^s.01$.

Già questa considerazione mette in luce di per sè stessa la straordinaria delicatezza del metodo, e la necessità di usarlo colla massima cautela.

Ed insieme ci avverte come, anche correggendo le osservazioni di longitudine in base al valore medio di quelli ottenuti prima e dopo per la differenza di equazione personale-strumentale, il risultato definitivo possa ancora rimanere affetto da errori di carattere sistematico, dipendenti dall'avere i due operatori osservata la longitudine con una differenza di equazione personale-strumentale diversa dal medio assunto per correggere i singoli valori. Tale diversità potendo benissimo derivare dall'ambiente in cui uno o ambedue gli osservatori lavorano durante le operazioni di longitudine; ambiente necessariamente diverso da quello in cui furono eseguite le ricerche relative all'equazione.

§ 3. *Determinazione della differenza di equazione personale-strumentale: Bianchi-Millosevich.* — I quadri seguenti contengono i risultati di questa ricerca fatta a Roma prima delle osservazioni destinate a fornire la longitudine di Tripoli d'Africa. Lo strumento dei passaggi « Bamberg » fu collocato sul pilastro del telescopio zenitale nella piccola stanza attigua alla sala meridiana. Le osservazioni venivano registrate su la medesima striscia di carta ad un cronografo a tre punte « Cavignato » chiuso nel circuito del pendolo normale Mioni-Cavignato.

La distanza, sul parallelo, degli assi dei due strumenti (Bamberg, Cerchio Meridiano Salmoiraghi) era di metri 4,82 donde la loro differenza di longitudine:

$$-\,0^s.014,$$

significando il segno meno: Cerchio Meridiano ad ovest del Bamberg.

L'ultima colonna, intitolata: B-M, contiene appunto i singoli valori osservati per la differenza

$$\left(\Delta\alpha_{☾} - \Delta\alpha_{*}\right) - \left(\Delta'\alpha_{☾} - \Delta'\alpha_{*}\right),$$

non ridotti al Cerchio massimo, tale riduzione ammontando appena a qualche millesimo di secondo.

LEMBO OCCIDENTALE.

DATA 1906	Stella	Gr.	Luna-stella Bianchi	Luna-stella Millosevich	B-M
			m s	m s	s
Gennaio 2	10. Ceti	6.4	+ 29 33.258	+ 29 33.341	— 0.083
	14. »	6.0	+ 20 38.057	+ 20 38.191	— 0.134
	33. »	6.3	— 14 22.089	— 14 22.045	— 0.044
	f. Piscium	5.3	— 21 35.791	— 21 35.772	— 0.019
» 4	ξ'. Ceti	4.5	+ 16 9.058	+ 16 9.165	— 0.107
	ξ. Arietis	5.5	+ 4 23.296	+ 4 23.381	— 0.085
» 7	δ. Tauri	4.0	+ 35 2.855	+ 35 2.983	— 0.128
	75. »	5.3	+ 29 29.692	+ 29 29.775	— 0.083
	Berlin A. 1326	5.2	+ 6 41.090	+ 6 41.169	— 0.079
	» 1399	4.9	— 9 20.081	— 9 20.046	— 0.035
	B. A. C. 1651	6.5	— 22 49.966	— 22 49.878	— 0.088
	115. Tauri	5.4	— 29 7.574	— 29 7.496	— 0.078
» 31	ξ². Ceti	4.0	— 18 16.090	— 18 16.033	— 0.057
	μ. »	4.0	— 34 58.171	— 34 58.102	— 0.069
Febbraio 1	ξ². Ceti	4.0	+ 28 52.458	+ 28 52.544	— 0.086
	μ. »	4.0	+ 12 10.393	+ 12 10.451	— 0.058
	Leipzig I. 925	6.0	— 9 12.205	— 9 12.164	— 0.041
	BD+12°. 473	6.2	— 26 58.034	— 26 58.027	— 0.007
	ρ. Tauri	4.0	— 33 39.239	— 33 39.183	— 0.056
» 2	B. D + 12°. 473	6.2	+ 21 22.609	+ 21 22.654	— 0.045
	f. Tauri	4.0	+ 14 41.387	+ 14 41.426	— 0.039
	λ. »	3.8	— 15 6.081	— 15 6.076	— 0.005
	B. A. C. 1272	6.3	— 22 14.254	— 22 14.184	— 0.070

Medio = — 0.0650
± 0.0071 e. m.
± 0.0048 e. p.

Se, in base alle differenze B-M dell'ultima colonna e alle variazioni unitarie dell'ascensione retta della luna in corrispondenza alle varie date, si calcolano i singoli valori della differenza di longitudine osservata fra i due strumenti, si trova come medio

$$-1^{s}.91.$$

Essendo, come abbiamo visto, la vera differenza di longitudine: $-0^s.01$, il risultato ottenuto, in causa della differenza di equazione personale-strumentale, sarebbe adunque in errore di $-1^s.90$.

Per osservazioni fatte sul lembo occidentale, la formula per il calcolo della longitudine sarebbe in conclusione:

$$\text{(A)} \qquad L = K \left\{ (D_o - D'_o) + 0^s.065 \right\} \qquad \text{(vedi formula (12))}$$

indicando con D_o la differenza luna-stella osservata da Bianchi, con D'_o quella osservata da Millosevich.

LEMBO ORIENTALE.

DATA 1906	Stella	Gr.	Luna-stella Bianchi	Luna-stella Millosevich	B-M
			m s	m s	s
Gennaio 12	θ^2. Cancri	5.6	+ 40 25.308	+ 40 25.287	+ 0.021
	π^2. »	5.6	+ 22 43.056	+ 22 43.048	+ 0.008
	ν. Leonis	5.2	— 20 24.323	— 20 24.256	— 0.067
	η. »	3.3	— 29 26.659	— 29 26.677	+ 0.018
» 14	*l*. Leonis	5.3	+ 38 38.900	+ 38 38.915	— 0.015
	σ. »	4.1	+ 6 40.658	+ 6 40.656	+ 0.002
	Leipzig II. 5924	6.0	— 20 6.933	— 20 6.989	+ 0.056
	b. Virginis	5.2	— 32 9.797	— 32 9.873	+ 0.076
» 16	γ. Virginis	3.3	+ 34 54.696	+ 34 54.560	+ 0.136
	ϑ. »	4.3	+ 14 43.549	+ 14 43.502	+ 0.047
	80. »	5.8	— 18 49.152	— 18 49.273	+ 0.121
	τ. »	4.0	— 45 2.901	— 45 3.106	+ 0.205
» 17	80. Virginis	5.8	+ 36 38.802	+ 36 38.716	+ 0.086
	m. »	5.4	+ 30 36.086	+ 30 35.945	+ 0.141
	B. A. C. 4828	6.0	— 24 42.728	— 24 42.826	+ 0.098
	ξ'. Librae	5.9	— 41 59.549	— 41 59.658	+ 0.109

Medio + 0.0650
± 0.017 e. m.
± 0.012 e. p.

Dai valori contenuti nell' ultima colonna risulterebbe come differenza di longitudine osservata fra i due strumenti

$$+1^s.69$$

in errore adunque sul valore vero di $+1^s.70$.

Per osservazioni fatte sul lembo orientale, la formula per il calcolo della longitudine sarebbe dunque:

$$\text{(B)} \qquad L = K \left\{ (D_\circ - D'_\circ) - 0^s.065 \right\}.$$

Dato il segno opposto delle due correzioni per differenza di equazione personale-strumentale sulle differenze luna-stella, le due formule (A), (B) conducono alla seguente conclusione:

Qualora le differenze ora ottenute siensi mantenute costanti per i due osservatori anche nelle osservazioni di longitudine Roma-Tripoli, i valori forniti per detta longitudine dai due lembi dovrebbero differire fra di loro di:

$$[K_1 \times 0^s.065 + K_2 \times 0^s.065] \text{ secondi in tempo;}$$

indicando con K_1, K_2 rispettivamente i valori medî che il coefficiente K assume pel lembo occidentale ed orientale.

Già vedemmo come, in media, il valore di tale coefficiente ammonti a circa: 27; le due differenze di longitudine fornite dai due lembi dovrebbero adunque differire, nell' ipotesi accennata, di circa

$$27 \times 0^s.065 + 27 \times 0.065 = 3^s.5.$$

Considerazioni sui valori ottenuti per le due differenze di equazione personale-strumentale. — Noteremo anzitutto che, raggruppati i diversi valori ottenuti per la differenza di equazione a seconda della diversa grandezza delle stelle osservate ed a seconda della diversa distanza zenitale di queste ultime, e fatte le medie relative, esse dimostrano come detta differenza di equazione possa ritenersi assolutamente indipendente dalle cause di variabilità ora accennate.

Già è stato detto come, in queste osservazioni, gli appulsi dati dai due osservatori siano stati registrati sulla medesima striscia di carta di uno stesso cronografo a tre punte scrivente il tempo del pendolo normale « Mioni-Cavignato ».

Indicando con s ed s' i tempi osservati rispettivamente da Bianchi e da Millosevich per la culminazione *delle stelle*, fatte le differenze $s - s'$, si trova come loro medio

$$s - s' = +0^s.260$$

valore che rappresenta la differenza di equazione personale-strumentale *nell'osservazione delle stelle* e che dipende pur esso dalla diversità dell'osservatore, non solo, ma specialmente da quella degli strumenti usati.

Ciò posto, e mantenendo ancora ai simboli s, s' lo stesso significato, indichiamo rispettivamente con l_W, l_E e con l'_W, l'_E i tempi osservati, per la culminazione dei due lembi della luna da Bianchi e da Millosevich.

I valori conclusi per le due differenze di equazione personale-strumentale sulle differenze luna-stella possono adunque scriversi

$$(l_W - s) - (l'_W - s') = -0^s.065$$

$$(l_E - s) - (l'_E - s') = +0^s.065$$

ossia:

$$(C)\quad \begin{aligned} (l_W - l'_W) &= -0^s.065 + (s - s') = +0^s.195 \\ (l_E - l'_E) &= +0^s.065 + (s - s') = +0^s.325 \end{aligned}$$

Queste due relazioni ci dicono come la differenza di equazione personale-strumentale *sul passaggio del lembo della luna*, sia stata diversa per i due lembi.

Se poi scriviamo le (C) come segue:

$$(D)\quad \begin{aligned} l_W &= l'_W + 0^s.195 \\ l_E &= l'_E + 0^s.325 \end{aligned}$$

se ne deduce che l'osservatore Bianchi (l) ha sempre osservato in ritardo rispetto all'osservatore Millosevich (l'), ma in modo diverso per i due lembi.

Se infine dalla seconda delle (D) sottraiamo la prima, otteniamo:

$$(l_E - l_W) = (l'_E - l'_W) + 0^s.130$$

la quale dice, in conclusione, che i due osservatori hanno diversamente stimato il diametro lunare. E tale interpretazione appare tanto più soddisfaciente come la vera causa della differenza di equazione che studiamo, quando si consideri che la differenza di stima del diametro lunare ammonta a $0^s.13 = 2''$ (1), quantità perfettamente spiegabile appunto colla notevole diversità del potere amplificativo usato dai due osservatori, colla conseguente, cioè, diversa definizione del lembo lunare e meglio ancora col diverso effetto di diffrazione nei due strumenti.

Noteremo infine come la media algebrica delle due differenze di equazione personale-strumentale sia zero; il che, a parte piccole differenze provenienti dal moto unitario della luna diverso in corrispondenza alle date d'osservazione di un lembo e dell'altro, equivale a dire che sul medio dei risultati ottenuti dai due lembi può ritenersi quasi totalmente eliminata ogni influenza degli errori di carattere sistematico.

§ 4. *Osservazioni di longitudine.* — Il programma per la differenza di longitudine Roma C. R.-Tripoli, abbracciante tre lunazioni, quelle cioè dell'aprile, del maggio e del giugno, comprendeva complessivamente 32 serate (20 col lembo W e 12 col lembo E) con 6 stelle ciascuna, tre precedenti e tre seguenti la luna. Erano quindi 192 i valori che avrebbesi potuto osservare qualora il cielo fosse stato del tutto favorevole.

Invece, causa specialmente la eccezionale nuvolosità di Tripoli, le osservazioni in comune ammontarono a soli 97 valori (67 col lembo W in 12 serate e 30 col lembo E in 6 serate).

Per le osservazioni eseguite a Roma dal Prof. Millosevich al Cerchio Meridiano, data la soddisfacientissima costanza degli errori strumentali e la bontà della marcia del pendolo, le determinazioni di tempo si limitarono ad una sola per sera; da essa si desumevano i valori della inclinazione, dell'azimut e della collimazione necessarî per ridurre in meridiano le osservazioni fatte sulle stelle e sulla luna, e di più la cor-

(1) A parte la riduzione al cerchio massimo.

rezione dell'orologio; la quale, paragonata coi valori ottenuti il giorno prima ed il giorno dopo, dava modo di correggere la differenza luna-stella per l'andamento del pendolo.

A Tripoli si usò come cronometro normale il « Michaelsen » avendo esso, in uno studio preventivo fatto a Roma sopra i due cronometri, dimostrata una maggiore regolarità nella sua marcia. Le osservazioni di longitudine erano, in generale, precedute e seguite da determinazioni rigorose di tempo fatte alla distanza di circa 4 ore, dirette soprattutto a fornire un buon valore dell'andamento orario del cronometro. Tale valore paragonato e convenientemente discusso coi due derivanti dalle correzioni del cronometro osservate il giorno prima e il giorno dopo, permetteva di correggere in modo assai sicuro gli intervalli luna-stella per l'andamento stesso.

Quanto agli errori strumentali essi dimostrarono sempre una costanza più che soddisfaciente durante le osservazioni; soltanto qualche sera furono notate piccole progressive variazioni dell'inclinazione, e di tali variazioni si tenne il debito conto ammettendole proporzionali al tempo. Le osservazioni di Tripoli furono poi eseguite alternativamente con oculare E ed W.

I quadri seguenti contengono i dati d'osservazione ed i risultati di calcolo disposti come segue:

Colonna 1ª: nome delle stelle osservate.

Colonna 2ª e 3ª: differenze luna-stella fra i tempi osservati per la culminazione del lembo della luna rispettivamente e delle stelle; già corrette per l'andamento dell'orologio e relative alle osservazioni fatte da Bianchi a Tripoli e da Millosevich a Roma.

Colonna 4ª: differenze delle precedenti differenze nel senso Bianchi-Millosevich.

Colonna 5ª: variazione, per ciascuna data, della ascensione retta del lembo della luna in un minuto di longitudine [1].

[1] Tale variazione dell'ascensione retta del lembo della luna, corrispondente all'istante in cui esso culmina al meridiano intermedio fra Roma e Tripoli, fu desunta dai dati contenuti nel Nautical Almanac alle pagine intitolate « Moonculminating stars » nella colonna intestata « Var. of ☾'s R. A in 1 hour of Long. ».

Tali valori, come dichiara l'effemeride, contengono già l'effetto prodotto dalla variazione del semidiametro apparente della luna, e rappresentano la variazione della ascensione retta del lembo della luna durante l'intervallo del suo passaggio ai due meridiani equidistanti da quello di Greenwich e ad un'ora di longitudine l'uno dall'altro. Come esempio esplicativo calcoliamo tale termine per la data di:

1906 maggio 3.

Dal Nautical abbiamo:

Lembo W.

DATA 1906	Culminº.	Variazione α lembo in 1 ora di longº	Differenze 1º	Differenze 2º
maggio 2	superiore	136.52 s		
			+ 0.34 s	
» 2	inferiore	136.86		+ 0.17
			+ 0.51	
» 3	superiore	137.37		+ 0.23
			+ 0.74	
» 3	inferiore	138,11		

Colonna 6ª: differenza di longitudine Roma CR.-Tripoli [1].

Colonna 7ª: peso che potrebbesi attribuire a ciascun valore della longitudine, in base alla considerazione che l'errore di quest'ultima, per quanto riguarda i vizî delle osservazioni, è inversamente proporzionale al moto unitario della luna. Per questi pesi furono assunti i moti della luna contenuti nella colonna 5ª limitati al centesimo; ritenendo come peso $\frac{1}{2}$ quello dei pochi valori che derivano da osservazioni imperfette per una o per ambedue le stazioni.

Colonna 8ª: note relative alle osservazioni.

Abbiamo poi:

Roma C R . . . . . . E di Greenwich: $0^h 49^m 55^s$
Tripoli d'Africa . . . . » $0\ 52\ 43$

quindi:

Meridiano intermedio Roma-Tripoli ed E di Gr. di

$0^h 51^m 19^s$.

I valori contenuti nella suesposta tabella valgono di 12 in 12 ore di longitudine; nel caso nostro quindi, riferendoci alla culminazione superiore del 3 maggio, l'argomento d'interpolazione è:

$$n = -\frac{0^h 51^m 19^s}{12^h} = -0.0713 \text{ e quindi } \frac{n(n-1)}{2} = -0.0331.$$

Eseguendo con questi dati l'interpolazione si ottiene:

Variazione α lembo luna in 1 ora di longitudine = $137^s.327$
» » » » minuto » = 2.88878.

[1] I valori della differenza di longitudine si ricavano, in secondi e frazioni, dalle differenze (B-M) della colonna 4ª e dalle variazioni v della colonna 5ª mediante una semplice proporzione che conduce a:

$$\text{Diff. di long.} = \frac{60}{v} \cdot (\text{B-M}) \text{ secondi in tempo.}$$

Dati d'osservazione e risultati di calcolo indipendentemente dalla differenza di equazione personale-strumentale.

Lembo occidentale.

Stella	Luna-stella Bianchi Tripoli	Luna-stella Millosevich Roma	B-M	Variazione α lembo luna in 1m di long.	Diff. long. Roma Tripoli	Peso	Note
			1906 aprile 2				
	m s	m s	s		2m s		
λ. Geminorum	+ 5 9.692	+ 5 16.079	— 6.387		48. 17	2.28	
A. G. Ber. A. 2957	— 16 11.838	— 16 5.542	— 296	s 2. 27882	45. 77	2.28	
g. Geminorum	— 22 49.940	— 22 43.574	— 366		47. 61	2.28	
85. »	— 32 19.804	— 32 13.515	— 6.289		45. 59	2 28	
			1906 aprile 3				
g. Geminorum	+ 32 18.742	+ 32 25.298	— 6.556		49. 99	1.16	T. debolissima; R. 12 fili.
85. »	+ 22 48.961	+ 22 55.327	— 366		45. 06	2.31	
ζ. Cancri	+ 6 10.336	+ 6 16.711	— 375	2. 31401	45. 30	2.31	
δ. »	— 26 21.176	— 26 14.794	— 382		45. 48	2.31	
A. G. Ber. A. 3601	— 39 1.067	— 38 54.622	— 6. 445		47. 11	2.31	
			1906 aprile 4				
δ. Cancri	+ 29 28.141	+ 29 34.798	— 6.657		50. 98	2.34	
α. »	+ 15 27.921	+ 15 34.565	— 644		50. 65	2.34	
k. »	+ 6 9.262	+ 6 15.884	— 622	2. 33606	50. 08	2.34	
ξ. Leonis	— 18 4.238	— 17 57.634	— 604		49. 62	2.34	
A.G. Leip. I. 3906	— 44 21.585	— 44 14.959	— 6.626		50. 18	2.34	
			1906 maggio 2				
5. Leonis	+ 13 40.967	+ 13 47.380	— 6.413		49. 13	2.28	
A.G. Leip. I. 3906	— 12 36.388	— 12 29.988	— 400		48. 79	2.28	
30. Leonis	— 21 38.925	— 21 32.497	— 428	2. 27501	49. 53	2.28	
37. »	— 31 4.525	— 30 58.110	— 415		49. 19	2.28	
42. »	— 36 13.584	— 36 7.146	— 438		49. 79	2.28	
46. »	— 46 37.342	— 46 30.969	— 6.373		48. 08	1.14	T. fra nubi

Stella	Luna-stella Bianchi Tripoli	Luna-stella Millosevich Roma	B-M	Variazione α lembo luna in 1m di long.	Diff. long. Roma Tripoli	Peso	Note

1906 maggio 3

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long. (2m)	Peso	Note
37. Leonis	+ 23 40.137 m s	+ 23 46.647 m s	6.510 s		50. 66 s	2.29	
44. »	+ 15 0.105	+ 15 6.584	— 479		49. 85	2.29	
f. »	+ 7 26.331	+ 7 32.835	— 504	2. 28878 s	50. 50	2.29	
l. »	— 9 1.058	— 8 54.558	— 500		50. 40	2.29	
A.G. Leip.II. 5657	— 20 34.560	— 20 28.125	— 435		48. 69	2.29	
χ. Leonis	— 24 52.184	— 24 45.682	— 6.502		50. 45	2.29	

1906 maggio 5

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long.	Peso	Note
7. *b.* Virginis	+ 31 36.275	+ 31 42.892	— 6.617		47. 53	2.37	
A. G. Albany 4440	+ 21 51.890	+ 21 58.557	— 667		48. 80	2.37	
η. Virginis	+ 11 38.383	+ 11 45 033	— 650	2. 36985	48. 37	2.37	
B. A. C. 4254	— 6 50.614	— 6 44.026	— 588		46. 80	2.37	
δ. Virginis	— 24 8.022	— 24 1.443	— 579		46. 57	2.37	
48. »	— 32 19.840	— 32 13.273	— 6.567		46. 26	2.37	

1906 maggio 6

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long.	Peso	Note
48. Virginis	+ 25 25.095	+ 25 32.022	— 6.927		49. 86	2.45	
ϑ. »	+ 19 23.930	+ 19 30.834	— 904		49. 30	2.45	
65. »	+ 6 2.294	+ 6 9.154	— 860	2 .44684	48. 22	2.45	
ζ. »	— 5 25.271	— 5 18.373	— 898		49. 15	2.45	
m. »	— 12 11.860	— 12 5.074	— 786		46. 40	2.45	
A. G. W. ott. 4912	— 17 46.526	— 17 39.727	— 6.799		46. 72	2.45	

1906 giugno 1

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long.	Peso	Note
β. Virginis	+ 16 33.264	+ 16 39.653	— 6.389		49. 37	2.26	
μ. »	— 12 44.776	— 12 38.318	— 458	2. 26339	51. 19	2.26	
A.G. Leipzig 6203	— 34 50.417	— 34 43.988	— 429		50. 43	2.26	
δ. Virginis	— 48 31.255	— 48 24.794	— 6.461		51. 27	2.26	

Stella	Luna-stella		B-M	Variazione α lembo luna in 1ᵐ di long.	Diff. long. Roma Tripoli	Peso	Note
	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma					
		1906 giugno 2					
	m s	m s	s		2m s		
μ. Virginis	+ 42 17.893	+ 42 24.429	− 6.536		48. 37	2.33	
f. »	+ 25 26.734	+ 25 33.264	− 530		48. 21	2.33	
Rad₃ 3304	+ 18 35.137	+ 18 41.721	− 584	s	49. 60	2.33	
δ. Virginis	+ 6 31.433	+ 6 37.915	− 482	2. 32920	46. 98	1.16	R. fra nubi
ϑ. »	− 7 41.556	− 7 34.991	− 565		49. 11	2.33	
66. »	− 22 16.276	− 22 9.721	− 555		48. 86	2.33	
80. »	− 33 14.570	− 33 8.048	− 6.522		48. 01	2.33	
		1906 giugno 3					
80. Virginis	+ 23 46.385	+ 23 53.272	− 6.887		50. 23	2.43	
m. »	+ 17 43.519	+ 17 50.305	− 786		47. 73	2.43	
A. G. W. ott. 4912	+ 12 8.847	+ 12 15.773	− 926	2. 42748	51. 19	2.43	
94. Virginis	− 6 54.933	− 6 48.111	− 822		48. 62	2.43	
k. »	− 13 28.782	− 13 21.878	− 904		50. 65	2.43	
λ. »	− 19 37.357	− 19 30.434	− 6.923		51. 12	2.43	
		1906 giugno 4					
B. A. C 4828	+ 22 4.866	+ 22 11.899	− 7.033		45. 60	2.55	
μ. Librae	+ 9 54.667	+ 10 1.721	− 054		46. 10	2.55	
ξ. »	+ 4 47.884	+ 4 54.974	− 090	2. 54817	46. 94	2.55	
β. »	− 17 52.376	− 17 45.290	− 086		46. 85	2.55	
0^2. »	− 23 42.769	− 23 35.638	− 131		47. 91	2.55	
32. »	− 28 52.900	− 28 45.776	− 7.124		47. 74	2.55	
		1906 giugno 5					
γ. Librae	+ 26 25.891	+ 26 33.421	− 7.530		49. 32	2.67	
μ. »	+ 17 54.884	+ 18 2.413	− 529		49. 30	2.67	
λ. »	+ 8 49.214	+ 8 56.674	− 460	2. 66829	47. 75	2.67	
ν^2. Scorpii	− 9 50.045	− 9 42.579	− 466		47. 88	2 67	
Φ. Ophiuchi	− 29 3.630	− 28 56.074	− 556		49. 91	2 67	
24. Scorpii	− 39 26.404	− 39 18.882	− 7.522		49. 14	2.67	

Lembo Orientale.

Stella	Luna-stella Bianchi Tripoli	Luna-stella Millosevich Roma	B-M	Variazione α lembo luna in 1^m di long.	Diff. long. Roma Tripoli	Peso	Note

1906 aprile 9

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long.	Peso	Note
	m s	m s	s		2m s		
80. Virginis	+ 27 33.712	+ 27 40.593	— 6.881		45. 35	2.50	
μ. »	+ 21 30.932	+ 21 37.789	— 6.857	s 2. 49687	44. 77	2.50	
K. »	— 9 41.301	— 9 34.287	— 7.014		48. 55	1.25	T. fra nubi 9 fili
B. A. C. 4828	— 33 48.106	— 33 41.127	— 6.979		47. 11	1.25	T. » » 15 »

1906 aprile 10

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long.	Peso	Note
B. A. C. 4828	+ 26 54.060	+ 27 1.333	— 7.273		50. 34	2.56	
μ. Librae	+ 14 43.941	+ 14 51.133	— 192		48. 45	2.56	
ξ² »	+ 7 13.780	+ 7 20.984	— 204	2. 56176	48. 73	2.56	
β. »	— 13 3.024	— 12 55.726	— 298		50. 93	2.56	
32. »	— 24 3.413	— 23 56.196	— 217		49. 03	2.56	
γ. »	— 31 22.187	— 31 14.955	— 7.232		49. 38	2.56	

1906 maggio 9

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long.	Peso	Note
49. Librae	+ 38 11.816	+ 38 19.295	— 7.479		45. 50	2.71	
ν². Scorpii	+ 26 42.931	+ 26 50.384	— 453		44. 93	2.71	
Φ. Ophiuchi	+ 7 29.438	+ 7 36.943	— 505	2. 71137	46. 08	2.71	
Rad. II 4384	— 14 37.339	— 14 29.795	— 544		46. 94	2.71	
B. A. C. 5771	— 29 32.397	— 29 24.922	— 475		45. 41	2.71	
B. A. C. 5839	— 41 10.091	— 41 2.588	— 7.503		46. 03	2.71	

1906 maggio 10

Stella	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma	B-M	Variazione	Diff. long.	Peso	Note
B. A. C. 5839	+ 24 12.411	+ 24 19.986	— 7.575		46. 76	2.73	
b. Ophiuchi	+ 17 59.707	+ 18 7.301	— 594		47. 18	2.73	
ξ. Serpentis	+ 6 25.275	+ 6 32.932	— 657	2. 72544	48. 57	2.73	
Rad. II. 4675	— 12 17.054	— 12 9.416	— 638		48. 15	2.73	
» 4710	— 18 27.971	— 18 20.385	— 7.586		47. 00	2.73	

Stella	Luna-stella		B-M	Variazione α lembo luna in 1m di long.	Diff. long. Roma Tripoli	Peso	Note
	Bianchi Tripoli	Millosevich Roma					
			1906 giugno 6				
					2m		
	m s	m s	s		s		
Φ. Ophinchi	+ 38 33.460	+ 38 41.216	— 7.756		48. 99	2.75	
24. Scorpii	+ 28 10.854	+ 28 18.624	— 770		49. 30	2.75	
Rad. II. 4384	+ 16 26.746	+ 16 35.558	— 812	2.75371 s	50. 21	2.75	
B. A. C. 5839	— 10 6.101	— 9 58.407	— 694		47. 64	1.38	R. fra nubi
b. Ophiuchi	— 16 18.917	— 16 11.234	— 683		47. 40	1.38	R. » »
ξ. Serpentis	— 27 53.263	— 27 45.517	— 7.746		48. 78	2.75	
			1906 giugno 8				
30. Sagittarii	+ 31 13.909	+ 31 21.526	— 7.617		49. 56	2.70	
ξ. »	+ 24 18.118	+ 24 25.653	— 535	2. 69529	47. 74	2.70	
π. »	+ 12 15.038	+ 12 22.638	— 7.600		49. 18	2.70	

Discussione dei risultati.

§ 5. *Errori di carattere accidentale.* — La discussione dei risultati ottenuti, limitandoci, per ora, a considerare l'influenza dei soli errori di carattere accidentale commessi dai due osservatori, può basarsi sulle seguenti riflessioni.

Prescindiamo, per comodità di calcolo, dal fatto che in qualche sera fu assegnato a qualcuna delle differenza B-M ed al relativo valore della longitudine, il peso $\frac{1}{2}$ rispetto agli altri; il che, data l'esiguità dei valori infirmati, non porta alcuna sensibile influenza sui risultati ai quali miriamo.

I valori B-M, spettanti ad una stessa sera, differiscono fra di loro unicamente in causa degli errori di carattere accidentale commessi nell'osservazione delle diverse stelle ad essi corrispondenti; e, più precisamente, le differenze rispettive dipendono dalla differenza dei detti errori commessi dai due osservatori.

Se adunque, in base agli scostamenti v fra i singoli valori B-M ottenuti in una stessa sera ed il medio rispettivo, calcoliamo l'espressione:

$$r = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{[vv]}{n-m}}$$

dove n rappresenta il numero totale delle differenze B-M ed m il numero delle serate, il risultato r rappresenta: *l'errore probabile d'osservazione di una singola differenza* B-M *in una sera.*

Fatto il calcolo separatamente per i due lembi, si ottiene:

$$r = \pm 0^s.030 \text{ lembo W} \quad n = 67\,,\, m = 12$$
$$r = \pm 0^s.031 \quad \text{» E} \quad n = 30\,,\, m = 6\,.$$

Identiche considerazioni valgono naturalmente rispetto ai singoli valori ottenuti in una sera per la differenza di longitudine ed al loro medio rispettivo. Ripetendo il calcolo, otteniamo come *errore probabile d'osservazione di una singola differenza di longitudine in una sera*

$$r = \pm 0^s.750 \text{ lembo W}$$
$$r = \pm 0^s.700 \quad " \quad \text{E}.$$

In conseguenza *l'errore probabile d'osservazione sul medio valore della differenza di longitudine dato da una sera*, calcolato colla formula:

$$\varrho_* = \pm \sqrt{\frac{r^2}{m-1}\left[\frac{1}{\mu}\right]}$$

dove μ indica successivamente il numero delle osservazioni fatte nelle diverse sere, assume rispettivamente per i due lembi i valori

$$\varrho_* = \pm 0^s.336 \text{ lembo W} \quad \left[\frac{1}{\mu}\right] = 2.21$$
$$\varrho_* = \pm 0.361 \quad " \quad \text{E} \quad \left[\frac{1}{\mu}\right] = 1.33,$$

avendo indicato tale errore con ϱ_* appunto a significare come esso dipenda unicamente dalla differenza degli errori *accidentali* commessi dai due osservatori sulle stelle, rimanendo esclusa qualunque influenza degli errori *accidentali* commessi invece nell'osservazione della luna.

Un criterio sull'ammontare di questi ultimi possiamo averlo considerando i valori medi ottenuti nelle sere successive per la differenza di longitudine.

Deduciamo tali medi aritmetici; e prescindiamo dalla considerazione fatta più addietro (pag. 242) di voler assegnare ai valori di una serata un peso corrispondente al relativo moto unitario della luna in ascensione retta; riteniamo cioè le singole serate tutte di peso eguale per quanto riguarda il moto della luna.

Otteniamo così i dati della seguente tabella:

LEMBO W		LEMBO E	
Data	Diff. long. media	Data	Diff. long. media
1906	2m	1906	2m
Aprile 2	46s.78	—	—
» 3	46. 59	—	—
» 4	50. 30	—	—
Maggio 2	49. 08	Aprile 9	46s.44
» 3	50. 09	» 10	49. 48
» 5	47. 39	Maggio 9	45. 81
» 6	48. 27	» 10	47. 53
Giugno 1	50. 56	Giugno 6	48. 72
» 2	48. 45	» 8	48. 83
» 3	49. 92	—	—
» 4	46. 86	—	—
» 5	48. 88	—	—
Medio	48. 60		47. 80

Se in base agli scostamenti ε dei singoli valori medî dati in ogni sera dal medio generale, così dedotto, calcoliamo *l'errore probabile della differenza di longitudine ottenuta in una sera* colla formula

$$\varrho_\lambda = \pm\, 0.6745 \sqrt{\frac{[\varepsilon\,.\,\varepsilon]}{m-1}}\,,$$

otteniamo:

$$\varrho_\lambda = \pm\, 0^s.975 \text{ lembo W}$$
$$\varrho_\lambda = \pm\, 0^s.983 \quad " \quad \text{E}.$$

Tale errore dipende da due errori, l'uno $\varrho_\star$ derivante appunto dal modo diverso col quale furono osservate le stelle dai due osservatori *in una stessa sera*, l'altro, che indicheremo con $\varrho_☾$, derivante dal modo diverso col quale fu invece osservata la luna *nelle diverse sere.*

I tre errori ϱ_λ, $\varrho_☾$, $\varrho_\star$ sono legati fra loro dalla relazione

$$\varrho_\lambda^2 = \varrho_☾^2 + \varrho_\star^2\,;$$

la quale, ponendovi rispettivamente:

$$\varrho_\star = \pm\, 0^s.336\,,\quad \varrho_\lambda = \pm\, 0^s.975 \text{ lembo W}$$
$$\varrho_\star = \pm\, 0^s.361\,,\quad \varrho_\lambda = \pm\, 0^s.983 \quad " \quad \text{E},$$

dà:

$$\varrho_☾ = \pm\, 0^s.916 \text{ lembo W}$$
$$\varrho_☾ = \pm\, 0^s.914 \quad " \quad \text{E}.$$

L'ammontare rispettivo dei due errori $\varrho_\star$ e $\varrho_☾$ pei due lembi ci dice anzitutto come, sempre dal punto di vista dei soli errori accidentali, il grado di precisione ottenuto possa considerarsi eguale per i due lembi. Per di più ci fa conoscere, cosa del resto già ripetutamente notata addietro, la straordinaria delicatezza del metodo, la grande influenza cioè che sui risultati apportano anche minimi errori di osservazione.

Se si nota poi la sensibile differenza fra la parte di errore $\varrho_\star$ dipendente dal modo diverso d'osservare *in una stessa sera* le diverse stelle, e la parte di errore $\varrho_☾$ dipendente invece dal modo diverso di osservare la luna *nelle serate successive*, si conclude che quasi tutta l'incertezza dei risultati dipende appunto, a parte gli errori di carattere sistematico, dall'errore che si commette nell'osservazione della luna. In altre parole possiamo dire che nella deduzione del medio finale per ciascun lembo è ben lecito prescindere dal numero di valori che per la differenza di longitudine si hanno nelle sere diverse, come appunto è stato fatto nel quadro precedente. Del resto, pesando pure le sere in funzione del numero dei valori ottenuti in ciascuna di esse e per di più tenendo conto del moto diverso unitario della luna nelle sere successive, si giunge ai medî seguenti:

$$2^m 48^s.59 \pm 0^s.14 \text{ e. p lembo W}$$
$$2^m 47^s.81 \pm 0^s.21 \quad " \quad " \quad \text{E}$$

praticamente coincidenti con quelli ottenuti nel modo sopra detto.

Se infine noi dividiamo i tre valori ϱ_*, $\varrho_☾$, ϱ_λ per $\sqrt{12}$ e per $\sqrt{6}$, dove 12 e 6 sono rispettivamente il numero delle serate spettanti al lembo W ed al lembo E, possiamo concludere in definitivo:

lembo W: Diff. long. $= 2^m 48^s.60 \pm \begin{cases} 0^s.10 & \text{per gli errori d'osservazione sulle stelle} \\ 0.26 & \text{» » » sulla luna} \\ 0.28 & \text{errore probabile complessivo.} \end{cases}$

lembo E: » » $= 2 \ 47.80 \pm \begin{cases} 0.15 & \\ 0.37 & \text{id.} \\ 0.40 & \end{cases}$

§ 6. — *Errori di carattere sistematico.* — Già il fatto che esiste una differenza di equazione personale-strumentatale dinota la necessilà di tenere distinti i risultati ottenuti coi due lembi. E tale necessità deriva da ciò: che, in corrispondenza ai due lembi, il moto medio unitario della luna in ascensione retta è diverso; non solo, ma diversa è pure, in generale, detta differenza di equazione. Venendo al caso nostro, se si desumono le due correzioni che competerebbero alle due longitudini fornite dai due lembi, in base al valore medio, per ciascuno di essi, dei moti unitarî della luna contenuti nei quadri delle osservazioni e spettanti alle varie date, ed in base ancora ai valori già conclusi per le due differenze di equazione personale-strumentale, si trova

lembo W correzione $= - 1^s.67$
» E » $= + 1.57$

Ciò equivale a dire che, se le osservazioni Roma-Tripoli fossero state fatte dai due operatori con differenze di equazione personale-strumentale identiche, per i due lembi, a quelle trovate nelle esperienze istituite a Roma allo scopo e di cui è reso conto al § 3, le due longitudini fornite dai due lembi e concluse senza tener conto di dette equazioni, quali cioè furono calcolate nel paragrafo precedente, dovrebbero differire, prescindendo dal grado di incertezza che hanno e detti valori della equazione e quelli conclusi per le longitudini, di circa

$3^s.2$

Senza equazione, abbiamo realmente concluso invece coi due valori

lembo W $2^m 48^s.60$
» E $2 \ 47.80$

che differiscono soltanto, pur nel senso voluto dall'equazione, di $0^s.8$.

Tenendo conto dell'equazione si avrebbe:

lembo W $2^m 46^s.93$
» E $2 \ 49.37$.

È necessità concludere quindi che le osservazioni Roma-Tripoli furono eseguite con differenze di equazione personale-strumentale diverse da quelle concluse nel loro

studio, diverse non nel segno, ma nella grandezza. Sfortunatamente, finita la missione di Tripoli, non si potè, per cause molteplici, fare una nuova determinazione delle due equazioni. Qualora fosse stato possibile il farlo, forse i nuovi valori, discussi coi precedenti, avrebbero potuto permettere di avanzare in proposito un' ipotesi plausibile, sulla quale basare la deduzione del valore definitivo della differenza di longitudine da tutte le osservazioni.

A questo proposito non è vano il consiglio a chi volesse accingersi a simili osservazioni di assicurarsi, dopo un lungo esercizio preventivo e prima delle osservazioni simultanee dei due osservatori nello stesso posto, che l' uno e l'altro abbiano acquistata l'abitudine personale dell'osservazione dei contatti dei due lembi, essendo probabile che l'assestamento di stima d' un novizio domandi un certo numero di esperimenti.

Pertanto, ammettendo di poter supporre che le due differenze di equazione personale-strumentale colle quali si eseguirono le osservazioni Roma-Tripoli siano state ancora pressochè eguali in valore assoluto e di segno opposto, sebbene sensibilmente minori rispetto a quelle ottenute in Roma prima del lavoro, assumeremo come risultato finale di tutte le osservazioni il medio semplice dei due valori ottenuti coi due lembi; riterremo cioè:

Differenza di longitudine Roma C. R.-Tripoli d'Africa
$2^m\,48^s.20$ Tripoli E di Roma

riferendoci, per Roma, al Cerchio Meridiano dell' Osservatorio al Collegio Romano e per Tripoli alla casa occupata dalla R. Scuola Commerciale italiana.

E concludiamo nel valore precedente, sperando che l' ipotesi fatta si allontani tanto poco dal vero da viziare il risultato finale in grado ad ogni modo inferiore a quello derivante dalla natura stessa del metodo usato.

Pur troppo la nebulosità a Tripoli e un poco anche a Roma nelle notti corrispondenti al lembo orientale rese il materiale d'osservazione così scarso in confronto del materiale d'osservazione al lembo occidentale, che la discussione fatta precedentemente non potè acquistare quella assoluta solidità che sarebbe stata desiderabile.

CAPITOLO IV.

Latitudine di Tripoli d'Africa col metodo di Horrebow-Talcott.

Osservazioni di latitudine. — Posizioni delle stelle. — Dati d'osservazione e risultati. — Discussione.

§ 1. *Osservazioni di latitudine.* — Anche in queste osservazioni, fatte col metodo di Horrebow-Talcott, l' illuminazione del campo era data da una lampada ad olio; lo stesso dicasi per le letture al micrometro ed alla livella.

Le puntate ad ogni stella col filo mobile, in numero di quattro, avvenivano simmetricamente rispetto al filo centrale ed alle rispettive distanze equatoriali da

questo di circa:

$$-19^s \quad -8^s \quad +8^s \quad +19^s.$$

Nel calcolo della latitudine si fece uso della solita formula:

$$\varphi = \tfrac{1}{2}(\delta_s + \delta_n) + \tfrac{1}{2}\,\mathrm{R}\,(\mathrm{Me} - \mathrm{Mo}) + \tfrac{1}{2}(k_1 + k_2) + \tfrac{1}{2}(r_s - r_n) + \tfrac{1}{2}(\mathrm{Je} - \mathrm{Jo})\,.\,\mathrm{E}$$

dove

δ_s, δ_n sono le declinazioni apparenti delle stelle costituenti la coppia osservata;
R il valore medio di una rivoluzione del micrometro;
Me, Mo le medie delle letture micrometriche corrispondenti alle puntate fatte alle due stelle ad E e ad W;
k_1, k_2 le correzioni per la curvatura del parallelo;
r_s, r_n l'ammontare rispettivo della rifrazione per le distanze zenitali delle due stelle;
Je, Jo le posizioni del centro della bolla ad E rispettivamente e ad W;
E il valore di una parte della livella.

Riguardo al calcolo delle osservazioni noteremo che:

I. Le riduzioni al luogo apparente delle declinazioni furono calcolate colla formula:

$$\delta_{app} = \delta_{1906.0} + t\mu' + g\cos(\mathrm{G} + \alpha) + h\cos(\mathrm{H} + \alpha)\sin\delta + i\cos\delta + g'\cos(\mathrm{G}' + \alpha)$$

tenendo conto cioè dei termini a corto periodo.

Le riduzioni così calcolate, valevoli per 12^h t. m. Berlino, furono poi corrette per trasportarle all'istante della culminazione a Tripoli.

II. Fu usato il valore di R: 58″.3234.

III. Le correzioni k_1, k_2 per la curvatura del parallelo si ricavarono dall'apposita tabella contenuta nelle Tavole di Albrecht a pag, 77; lo stesso dicasi per il termine $\frac{1}{2}(r_s - r_n)$ dipendente dalla rifrazione, che trovasi tabellato nelle stesse Tavole a pag. 80.

IV. Fu usato il valore di E: 1″,12, assumendo per Je ed Jo il medio dei due valori corrispondenti alle letture fatte alla livella prima e dopo l'osservazione di ogni stella.

Aggiungerò infine che le osservazioni avvennero sempre con errori strumentali d'inclinazione, collimazione ed azimut affatto trascurabili e che il comportamento della bolla fu, in generale, del tutto soddisfaciente. Come vedremo poi, i risultati ottenuti dimostrano assai chiaramente la squisita bontà dello strumento dei passaggi « Bamberg ».

§ 2. *Posizioni delle stelle.* — Le 14 coppie osservate comprendono 28 stelle, delle quali 16 sono fondamentali e 12 non fondamentali.

Delle prime, 13 sono del Berliner Jahrbuch, tenendo conto delle correzioni definitive di Auwers; e 3 sono fondamentali di Newcomb.

Per le non fondamentali, come dimostrano le tabelle seguenti, furono consultati i migliori cataloghi e si ebbe la massima cura nello studio dei moti proprî, assumendo per questi i valori che meglio si conformano alle declinazioni fornite dai cataloghi, e tenendo conto, nella riduzione al 1906.0, delle eventuali differenze fra il moto proprio assunto come definitivo e quello indicato ed usato dal catalogo.

Alle declinazioni desunte dalle varie fonti furono poi applicate le correzioni che Auwers indica per ridurre al sistema del Berliner Jahrbuch in « *Tafeln zur Reductionen von Sterncatalogen* ecc.; vedi: Astronomische Abhandlungen als Ergänzungshefte zu den A. N. n. 7 ».

La deduzione dei moti proprî che o non si conoscevano o parevano incerti, si fece dopo aver applicato alle declinazioni dei cataloghi le suddette correzioni di Auwers.

Le tabelle seguenti contengono appunto i risultati dello studio delle declinazioni delle non fondamentali; le successive colonne si riferiscono:

al nome del catalogo e sua epoca,
al numero della stella nel catalogo,
alla sua grandezza,
al numero delle osservazioni,
all'epoca media di queste,
alla declinazione ridotta dal catalogo al 1906.0,
alla correzione di Auwers per ridurre al sistema del B. A. J.,
alla correzione per moto proprio.

Le due ultime colonne contengono rispettivamente la declinazione definitiva a 1906.0 per le varie fonti ed il peso ad essa assegnato, usando del solo criterio di dare il peso $\frac{1}{2}$ alle declinazioni derivanti da una o due osservazioni, il peso 1 a quelle derivanti da più di due osservazioni.

Catalogo	Numero del Catalogo	Gr.	Numero delle osservazioni	Epoca delle osservazioni	δ 1906.0	Riduzione al B. A. Y.	Correzione per μ'	δ 1906.0 definitiva	Peso
B D. + 40.° 2194 ; μ' = — 0."024 (Bianchi)									
				1800+	° ′ ″	″	″	° ′ ″	
Groombr.(1) 1810.0	1539	7.1	7	13.3	40 3 56. 64	+ 0. 22	— 2. 23	40 3 54. 63	1
Radcliffe II 1845.0	2313	6.7	4	48.2	57. 50	— 0. 65	— 1. 39	55. 46	1
A. G. Bonn 1875.0	7067	6.5	2	74.3	54. 52	+ 0. 37	— 0. 76	54. 13	½
Paris »	11486	7	1	81.2	55. 72	+ 0. 01	— 0. 60	55. 13	½
Greenwich 1890.0	2662	6.5	3	92.48	55. 10	0. 00	— 0. 32	54. 78	1
B D. + 25.° 2088 ; μ' = + 0."010 (Auwers)									
Armag 1840.0	2063	7 ½	5	43.25	25 35 5. 86	0. 00	+ 0. 63	25 35 6. 49	1
Pulkova 1855.0	1486	6.2	4	48.04	5. 68	+ 0. 27	+ 0. 51	6. 46	1
Yarnal 1860.0	4012	7.5	5	60.6	5. 60	+ 0. 02	+ 0. 45	6. 07	1
Quetelet 1865.0	3947	7.5	6	64.56	5. 29	+ 0. 30	+ 0. 41	6. 00	1
A. G. Camb. E. 1875.0	4933	6.7	9	79.6	5. 41	+ 0. 39	+ 0. 26	6. 06	1
Paris »	11546	6.7	5	74.0	4. 91	+ 0. 15	+ 0. 32	5. 38	1
Greenwich 1880.0	1554	6.4	5	83.25	5. 18	+ 0. 31	+ 0. 26	5. 75	1
Dublin 1890.0	250	6.5	1	93.23	5. 86	—	+ 0. 16	6. 02	½
Di Legge G. 1900.0	632	6.2	6/6	97.45	6. 74	—	+ 0. 09	6. 83	1
Veröff. Bonn »	—	—	2	97.25	7. 25	—	+ 0. 09	7. 34	½
7. *Leonis minoris* ; μ' = — 0."051 (Auwers)									
Armag 1840.0	2086	6	5	42.64	34 4 11. 90	— 0. 17	— 3. 23	34 4 8. 50	1
Pulkova 1855.0	1601	6.5	4	46.67	11. 14	+ 0. 33	— 2. 60	8. 87	1
Greenwich 1864.0	1161	6	5	67.3	10. 92	+ 0. 09	— 1. 97	9. 04	1
Quetelet 1865.0	3982	6	5	67.81	10. 63	+ 0. 18	— 1. 95	8. 86	1
Greenwich 1872.0	915	6-7	6	73.9	11. 25	— 0. 34	— 1. 64	9. 27	1
A. G. Leiden 1875.0	3887	6.7	3	72.2	9. 51	+ 0. 16	— 1. 72	7. 95	1
Respighi »	553	6.7	10/10	76.14	9. 60	+ 0. 69	— 1. 52	8. 77	1
Paris »	11676	6.7	2	71.7	10. 71	+ 0. 03	— 1. 75	8. 99	½
Washington »	1965	6.5	4	75.86	9. 91	— 0. 01	— 1. 54	8. 36	1
Greenwich 1880.0	1567	6.7	4	83.63	11. 00	+ 0. 10	— 1. 33	9. 77	1
» 1890.0	2690	6.7	3	91.85	9. 04	+ 0. 02	— 0. 82	8. 24	1

(1) Thackeray, *New reduction of Groombridges catalogue of circumpolar stars.* — R. O. Greenwich 1905.

Catalogo	Numero del Catalogo	Gr.	Numero delle osservazioni	Epoca delle osservazioni	δ 1906.0	Riduzione al B. A. Y.	Correzione per μ'	δ 1906.0 definitiva	Peso
B D. + 31.° 2011 ; μ' = — 0''.021 (Bianchi)									
				1800 +	° ' ''	''	''	° ' ''	
Armag 1840.0	2160	6.5	5	42.84	31 35 1.77	— 0.16	— 1.33	31 35 0.28	1
Pulkova 1855.0	1516	5.3	4	46.37	1.71	+ 0.32	— 1.25	0.78	1
Paris 1860.0	11814	5	2	67.3	1.93	+ 0.18	— 0.81	1.31	½
Greenwich 1864.0	1173	6	5	67.3	1.37	+ 0.11	— 0.81	0.67	1
A. G. Leiden 1875.0	3919	5.3	2	72.2	1.77	+ 0.21	— 0.71	1.27	½
Washington »	1985	6.7	6	77.04	1.27	— 0.04	— 0.61	0.62	1
Di Legge G. 1900.0	645	5.3	5/4	96.74	0.85	—	— 0.20	0.65	1
Veröff. Bonn »	—	—	2	98.15	0.65	—	— 0.16	0.49	½
B D + 30.° 1946 ; μ' = — 0''.029 (Bianchi)									
Armag 1840.0	2180	6	10	47.51	30 5 47.65	— 0.18	— 1.70	30 5 45.77	1
Pulkova 1855.0	1574	6.0	4	46.17	47.56	+ 0.33	— 1.73	46.16	1
Yarnall 1860.0	4255	5.5	5	53.2	47.19	+ 0.09	— 1.53	45.55	1
Greenwich 1864.0	1221	6	3	67.3	46.02	+ 0 13	— 1.12	45.03	1
Quetelet 1865.0	4161	6	5	67.24	46.57	+ 0.25	— 1.13	45.69	1
Greenwich 1872.0	949	6	2	68.2	46.47	— 0.27	— 1.10	45.10	½
A. G. Leiden 1875.0	4036	6.0	2	72.2	47.87	+ 0.19	— 0.98	47.08	½
A. G. Camb. E. »	5175	6.0	3	85.3	45.07	+ 0.36	— 0.60	44.83	1
Respighi »	579	6	10/11	76.19	45.55	+ 0.68	— 0.86	45.37	1
Paris »	12265	6	2	75.3	45.67	+ 0.06	— 0.89	44.84	½
Dublin 1890.0	270	6.0	5	92.01	47.24	—	— 0.41	46.83	1
Veröff. Bonn 1900.0	—	—	2	98.23	45.71	—	— 0.23	45.48	½
21 *Leonis minoris* ; μ' = 0''.000 [1]									
Armag 1840.0	2196	5	5	51.40	35 42 10.60	— 0.20		35 42 10.40	1
Pulkova 1855.0	1583	4.3	4	45.45	10.95	+ 0.34		11 29	1
Paris 1860.0	12421	5.6	2	67.3	11.27	+ 0.25		11.52	½
Yarnall »	4299	5.5	4	46.8	11.47	+ 0.23		11.70	1
Greenwich 1864.0	1227	4.5	17	64.8	11.09	+ 0.10		11.19	1
Quetelet 1865.0	4213	5	2	67.28	10.85	+ 0.18		11.03	½
Greenwich 1872.0	954	4-5	9	70.3	11.77	— 0.35		11.42	1
A. G. Lund 1875.0	4828	4.8	12	85.9	11.02	+ 0.05		11.07	1
Respighi »	583	4.5	13/10	75.84	10.13	+ 0.68		10.81	1
Pulkova »	2232	4.4	4	78.4	10.88	+ 0.26		11.14	1
Greenwich 1880.0	1646	4.6	4	80.72	10.90	+ 0.05		10.95	1
» 1890.0	2811	4.6	3	92.84	10.96	0.00		10.96	1
Battermann 1895.0	563	4.4	4	94.26	11.35	—		11.35	1
Veröff. Bonn 1900.0	—	—	2	98.23	10.46	—		10.46	½

(1) Le declinazioni fornite dai vari cataloghi non confermano il moto proprio indicato da Auwers: + 0.''016 (*Neue Reduction der Bradley'schen Beobachtungen*) e quindi non se ne tenne conto ritenendo μ' = 0.''000.

Catalogo		Numero del Catalogo	Gr.	Numero delle osservazioni	Epoca delle osservazioni	δ 1906.0	Riduzione al B. A. Y.	Correzione per μ'	δ 1906.0 definitiva	Peso

18 *Bootis* ; $\mu' = - 0.''010$ (Auwers)

					1800+	° ′ ″	″	″	° ′ ″	
Armag	1840.0	3041	6	3	53.58	13 26 17.36	— 0.65	— 0.52	13 26 16.19	1
Pulkova	1855.0	2115	5.8	4	42.33	17.87	+ 0.33	— 0.51	17.69	1
Yarnall	1860.0	6022	6.0	3	54.4	16.50	+ 0.29	— 0.52	16.27	1
Rad. II.	1860.0	1388	5.8	2	57.9	16.20	— 0.38	— 0.48	15.34	½
Quetelet	1865.0	5787	6	5	69.59	16.52	+ 0.18	— 0.36	16.34	1
Glasgow	1870.0	3549	6	3	78.38	17.27	+ 0.65	— 0.28	17.64	1
Greenwich	1872.0	1311	6	3	75.0	17.45	— 0.53	— 0.31	16.61	1
A. G. Leipzig I.	1875.0	5083	6.1	2	68.8	16.09	+ 0.35	— 0.37	16.07	½
Greenwich	1880.0	2225	5.2	3	80.37	15.76	+ 0.29	— 0.26	15.79	1
Respighi	1880.0	606	6	11/10	79.75	16.96	— 0.07	— 0.26	16.63	1
Veröff. Bonn	1900.0	—	—	2	95.40	16.06	—	— 0.11	15.95	½

B D. + 51.° 1957 ; $\mu' = \ldots\ldots$

Groombrig.	1810.0	2157	7	5	12.4	51 45 47.45	— 0.26		51 45 47.19	1
Struve	1830.0	1668	6.5	1	34.4	47.89	— 0.29		47.60	½
Radcliffe	1845.0	3273	6.6	3	44.7	48.43	+ 0.07		48.50	1
Yarnall	1860.0	6225	6.3	2	65.5	48.20	+ 0.65		48.85	½
A. G. Camb. M.	1875.0	4619	6.6	2	71.4	46.38	— 0.04		46.34	½
Greenwich	1890.0	3758	6.5	7/1	92.30	48.00	— 0.12		47.88	1

B D. + 38.° 2629 ; $\mu' = - 0.''067$ (Bianchi)

Radcliffe	1845.0	3336	6.2	5	46.0	38 37 2.34	— 0.60	— 4.02	38 36 57.72	1
Paris	»	18898	6.7	2	45.4	1.74	+ 0.36	— 4.06	58.02	½
Yarnall	1860.0	6381	6.5	3	47.7	2.54	+ 0.59	— 3.91	59.22	1
Greenwich	1864.0	1716	6	5	67.4	0.86	+ 0.13	— 2.59	58.40	1
Quetelet	1865.0	6106	6	2	64.42	1.90	— 0.06	— 2.78	59.06	½
A. G. Lund	1875.0	6351	6.2	9	87.6	36 59.66	+ 0.01	— 1.23	58.44	1
Respighi	»	823	6.7	16	75.40	59.78	+ 0.64	— 2.05	58.37	1
Washington	»	2960	6.0	3	76.40	59.46	+ 0.10	— 1.98	57.58	1
Greenwich	1890.0	3840	6.4	4	87.93	59.94	+ 0.02	— 1.20	58.76	1

B D. + 27.° 2477 ; $\mu' = + 0.''090$ (Bianchi)

Catalogo	Numero del Catalogo	Gr.	Numero delle osservazioni	Epoca delle osservazioni 1800 +	δ 1906.0	Riduzione al B. A. Y.	Correzione per μ'	δ 1906.0 definitiva	Peso
					° ′ ″	″	″	° ′ ″	
Struve 1830.0	1709	6.3	6	34.1	27 10 46. 46	— 0. 49	+ 6. 47	27 10 52. 44	1
Paris 1845.0	18972	6	1	40.5	47. 27	+ 0. 18	+ 5. 90	53. 35	½
Quetelet 1865.0	6132	6	2	61.37	49. 36	+ 0 05	+ 3. 66	53. 07	½
A. G. Camb. E. 1875.0	7150	6.5	3	76.1	49. 39	+ 0. 38	+ 2. 69	52. 46	1
Paris »	18972	6	4	72.9	49. 49	— 0. 25	+ 2. 98	52 22	1
Pulkova »	3394	6.8	4	75.0	49. 69	+ 0. 20	+ 2. 79	52. 68	1
Armag II »	1781	6.5	5	69.20	50. 59	+ 0. 25	+ 3. 31	54. 15	1
Greenwich 1880.0	2358	6.6	3	85.41	50. 86	+ 0. 20	+ 1. 85	52. 91	1
Cincinnati 1895.0	1358	6	2	96.9	51. 92	—	+ 0. 82	52. 74	½

B D. + 47.° 2227 ; $\mu' = \ldots\ldots$

Catalogo	Numero del Catalogo	Gr.	Numero delle osservazioni	Epoca delle osservazioni	δ 1906.0	Riduzione al B. A. Y.	Correzione per μ'	δ 1906.0 definitiva	Peso
A. G. Bonn. 1875.0	9978	5.5	3	79.4	47 31 29. 95	+ 0. 41		47 31 29. 76	1
Washington »	3015	6	4	82.41	29. 65	+ 0. 22		29. 87	1
Greenwich 1880.0	2391	5.9	3	85.37	29. 24	+ 0. 01		29. 25	1
Veröff. Bonn 1900.0	—	—	2	99.37	29. 73	—		29. 73	½

$\tau.^3$ *Serpentis* ; $\mu' = - 0.''035$ (Bianchi) (1).

Catalogo	Numero del Catalogo	Gr.	Numero delle osservazioni	Epoca delle osservazioni	δ 1906.0	Riduzione al B. A. Y.	Correzione per μ'	δ 1906.0 definitiva	Peso
Armag 1840.0	3248	6	1	54.08	17 58 8. 26	— 0. 48	— 1. 82	17 58 5. 96	½
Pulkova 1855.0	2241	6.0	4	45.91	7. 41	+ 0. 33	— 2. 10	5. 64	1
Greenwich 1872.0	1392	6	3	75.3	7. 11	— 0. 44	— 1. 07	5. 60	1
Paris 1875.0	19381	6	2	77.4	6. 51	— 0. 22	— 1. 00	5. 29	½
A. G. Berlin A. »	5586	6.4	2	70 9	6. 71	+ 0. 08	— 1. 23	5. 56	½
Washington »	3036	6.1	3	74.44	6. 71	— 0. 07	— 1. 10	5. 54	1
Greenwich 1880.0	2411	6.1	3	83.75	6. 02	+ 0. 30	— 0. 78	5. 54	1
Respighi »	644	6	12/11	79.43	6. 65	+ 0. 01	— 0. 93	5. 73	1
Greenwich 1890.0	3935	6.1	3	87.43	4. 84	+ 0. 32	— 0. 65	4. 51	1
Veröff. Bonn 1900.0	—	—	2	96.38	5. 74	—	— 0. 34	5. 40	½

(1) Il moto proprio indicato da Auwers: $+ 0.''007$ non pare confermato dai risultati dei varî cataloghi; si usa invece quello desunto da essi: $- 0.''035$.

Il quadro seguente contiene le posizioni definitive delle stelle costituenti il programma; le grandezze delle non fondamentali sono tolte in B. D.; accanto alle loro declinazioni è registrato il relativo errore probabile calcolato sui valori singoli forniti dai varî cataloghi, coi pesi rispettivi contenuti nell'ultime colonne delle tabelle precedenti.

Coppia	Stella	Gr.	1906.0 α	1906.0 δ	e. p.	Moto proprio μ′	Moto proprio Autorità	Note
			h m s	+ ° ′ ″	±	″		
1ª	Gr. 1501	6.0	8 57 8	54 39 17.23		+ 0.010	Auwers	fondamentale
	k. Cancri	5.1	9 2 39	11 2 48.54		— 0.013	Newcomb	»
2ª	ξ. Cancri	5.3	9 3 57	22 25 33.80		+ 0.002	Newcomb	fondamentale
	36. Lyncis	5.0	7 40	43 36 20.19		– 0.035	Auwers	»
3ª	BD. + 40.° 2194	6.5	9 15 19	40 3 54.87	″ 0.14	— 0.024	Bianchi	
	» + 25.° 2088	6.7	18 6	25 36 6.19	0.11	+ 0.010	Auwers	
4ª	7. Leo. minoris	6.5	9 25 3	34 4 8.77	0.11	— 0.051	Auwers	
	BD. + 31.° 2011	5.3	31 8	31 35 0.70	0.08	— 0.021	Bianchi	
5ª	ε. Leonis	3.0	9 40 31	24 12 26.47		— 0.018	Auwers	fondamentale
	19. Leo. minoris	5.1	51 56	41 30 12.69		— 0.027	»	»
6ª	BD. + 30.° 1946	6.0	9 54 11	30 5 45.65	0.13	— 0.029	Bianchi	
	21. Leo. minoris	4.8	10 1 53	35 42 11.10	0.06	—	—	
7ª	ζ. Leonis	3.0	10 11 28	23 53 9.57		— 0.007	Auwers	fondamentale
	μ. Ursae maj.	3.0	16 44	41 58 20.85		+ 0.024	»	»
8ª	42. Leo. minoris	5.3	10 40 38	31 10 39.36		— 0.037	Auwers	fondamentale
	46. »	3.9	48 3	34 43 18.46		— 0.282	»	»
9ª	ψ. Ursae maj.	3.0	11 4 23	45 0 31.06		— 0.036	Auwers	fondamentale
	δ. Leonis	2.4	9 7	21 2 19.75		— 0.136	»	»
10ª	18. Bootis m.	5.7	14 14 43	13 26 16.51	0.14	— 0.010	Auwers	
	ϑ. Bootis	3.9	22 0	52 17 6.06		— 0.404	»	fondamentale
11ª	ζ. Bootis m.	3.6	14 36 40	14 7 52.28		— 0.027	Auwers	fondamentale
	BD. + 51.° 1957	6.3	46 29	51 45 47.77	0.22	—	—	
12ª	β. Bootis	3.3	14 58 24	40 45 39.57		— 0.043	Auwers	fondamentale
	45. c. Bootis	5.0	15 3 10	25 14 5.71		— 0.185	Newcomb	»
13ª	BD. + 38.° 2629	6.0	15 10 1	38 36 58.38	0.13	— 0.067	Bianchi	
	» + 27.° 2477	6.5	14 19	27 10 52.86	0.14	+ 0.090	»	
14ª	BD. + 47.° 2227	5.5	15 25 43	47 31 29.64	0.10	—	—	
	τ.³ Serpentis	6.0	31 17	17 58 5.45	0.09	— 0.035	Bianchi	

§ 3. *Dati d'osservazione e risultati.* — Le tabelle seguenti contengono, coppia per coppia, i dati d'osservazione ed i risultati di calcolo.

Dati d'osservazione						Calcoli					
Data	Ocul.	Micrometro		Livella		$\frac{1}{2}(\delta_s + \delta_n)$	$\frac{1}{2}$ R. (Me-Mo)	Correzioni per			φ
		Me	Mo	Je	Jo			curv. par.	rifr.	incl.	
						Coppia 1ª.					
1906						32° 51′					32° 53′
		R	R	P	P	″	′ ″	″	″	″	″
IV. 13	E	24.6870	18.7975	26 27	26.35	1.02	+ 2 51.75	+ 0.09	+ 0.06	— 0.04	52.88
" 14	W	21.3018	15.4130	27.75	28.00	07	51.73	09	06	— 13	82
" 15	E	21.9375	16.0700	25.55	25.40	14	51.11	09	06	+ 09	49
" 16	W	20.7650	14.8820	26.15	26.08	21	51.56	09	06	+ 04	96
" 17	E	21.7914	15.9074	25.57	26.10	1.30	+ 2 51.59	+ 0.09	+ 0.06	— 0.29	52.75
						Coppia 2ª.					
						32 60					
IV. 21	W	9.9734	24 5062	27.65	27.13	56.13	— 7 3.80	+ 0.08	— 0.12	+ 0.29	52.58
" 24	E	12.7376	27.2760	26.62	26.22	34	3.96	08	12	+ 22	56
" 25	W	9.4064	23.9544	23.95	23.63	38	4.24	08	12	+ 36	46
" 26	E	12.5134	27.0382	26.27	26.22	56.42	— 7 3.56	+ 0.08	— 0.12	+ 0.03	52.85
						Coppia 3ª.					
						32 49					
IV. 13	W	22.4720	13.4460	26.07	25.60	28.89	+ 4 23.21	+ 0.08	+ 0.08	+ 0.26	52.52
" 14	E	23.0060	13.9600	26.90	26.20	28.95	23.80	08	08	+ 39	53.30
" 21	E	22.4628	13.4552	26.40	26.05	29.73	22.68	08	08	+ 20	52.77
" 24	W	23.0110	13.9932	26.20	26.50	29.96	22.97	08	08	— 17	52.92
" 25	E	22.9702	13.9600	26.33	26.75	30.01	+ 4 22.75	+ 0.08	+ 0.08	— 0.24	52.68
						Coppia 4ª.					
						32 49					
IV. 13	E	23.9368	15.0400	26.60	26.25	33.11	+ 4 19.44	+ 0.08	+ 0.08	+ 0.20	52.91
" 14	W	21.4028	12.4905	26 35	26.77	33.18	19.90	08	08	— 24	53.00
" 21	W	22.8110	13.9392	26.20	26.22	34.01	18.72	08	08	— 01	52.88
" 24	E	23.6276	14.7638	26.00	26.10	34.28	18.48	08	08	— 06	52.86
" 25	W	21.3864	12.5500	25.82	25.35	34.34	+ 4 17.68	+ 0.08	+ 0.08	+ 0.26	52.44

Dati d'osservazione						Calcoli					
Data	Ocul.	Micrometro		Livella		$\frac{1}{2}(\delta_s + \delta_n)$	$\frac{1}{2}$ R. (Me-Mo)	Correzioni per			φ
		Me	Mo	Je	Jo			curv. par.	rifr.	incl.	
						Coppia 5ª.					
1906						32° 51′					32° 53′
		R	R	P	P	″	′ ″	″	″	″	″
IV. 13	W	21.2270	15.9278	27.85	27.40	17.89	+ 2 34.53	+ 0.08	+ 0.04	+ 0.26	52.80
» 24	W	20.7288	15.4818	25.77	25 55	19.19	33.01	08	04	+ 25	57
» 25	E	21.4050	16.1702	25.90	25.45	19.26	32.65	08	04	+ 26	29
» 26	W	20.9044	15.6655	25.80	25.38	19.33	32.77	08	04	+ 24	46
» 27	E	21.4750	16.2072	26.27	27.55	19.39	+ 2 33.62	+ 0.08	+ 0.04	— 0.72	52.41
						Coppia 6ª.					
						32 53					
IV. 4	E	23.1634	23.3410	25.35	26.15	58.12	— 0 5.18	+ 0.08	0.00	— 0.45	52.57
» 25	W	22.8706	23.0720	26.67	26.30	20	5.87	08	00	+ 21	62
» 26	E	23.6238	23.8388	25.75	24.90	27	6.27	08	00	+ 47	55
» 27	W	23.2182	23.4004	23.43	24.10	58.34	— 0 5.31	+ 0.08	0.00	— 0.38	52.73
						Coppia 7ª.					
						32 55					
IV. 7	E	17.4740	21.2520	24.73	24.80	42.79	— 1 50.17	+ 0.08	— 0.03	— 0.04	52.63
» 24	W	14 6138	18.4848	27.50	27.00	44.97	52.88	08	03	+ 28	42
» 25	E	18.5438	22.3866	26.62	27.10	45.07	52.06	08	03	— 26	80
» 27	W	18.4026	22.2640	26.57	26.32	45.23	— 1 52.60	+ 0.08	— 0.03	+ 0.14	52.82
						Coppia 8ª.					
						32 56					
IV. 12	W	14.7222	21.0492	25.92	25.75	56.93	— 3 4.51	+ 0.08	— 0.05	+ 0.10	52.55
» 24	E	15.5142	21.8830	25.33	25.85	58.71	5.72	08	05	— 29	73
» 25	W	14.2640	20.6614	25.52	25.15	58.83	6.56	08	05	+ 21	51
» 27	E	14.4512	20.8426	25.22	25.00	59.03	— 3 6.38	+ 0.08	— 0.05	+ 0.12	52.80
						Coppia 9ª.					
						32 61					
IV. 12	E	11.5380	26.9980	27.38	27.55	23.32	— 7 30.84	+ 0.08	— 0.13	— 0.10	52.33
» 24	W	8.7004	24.2408	25.52	25.30	25.18	33.18	08	13	+ 14	09
» 25	E	12.1264	27.6408	25.65	26.05	25.31	32.42	08	13	— 22	62
» 27	E	12.2914	27.8014	24.98	25.75	25.54	32.30	08	13	— 43	76
» 30	W	9.6878	25.2118	22.85	24.30	25.90	— 7 32.70	+ 0.08	— 0.13	— 0.81	52.34

Dati d'osservazione						Calcoli					
Data	Ocul.	Micrometro		Livello		$\frac{1}{2}(\delta_s + \delta_n)$	$\frac{1}{2}$ R. (Me-Mo)	Correzioni per			φ
		Me	Mo	Je	Jo			curv. par.	rifr.	incl.	
						Coppia 10ª.					
1906						32° 51′					32° 53′
		R	R	P	P	″	′ ″	″	″	″	″
IV. 16	E	20.3878	15.7465	25.67	25.17	37.21	+ 2 15.35	+ 0.09	+ 0.04	+ 0.28	52.97
» 24	W	20.7972	16.2295	25.72	24.90	38.95	13.20	09	04	+ 46	74
V. 2	W	18.7652	14.2202	25.65	26.47	40.47	12.54	09	04	— 46	68
» 3	E	22.1802	17.6586	25.55	25.50	40.69	11.86	09	04	+ 03	71
» 13	W	18.8942	14.4340	25.85	26.30	42.80	10.07	09	04	— 25	52.75
» 15	E	23.1138	18.6806	26.70	25.90	43.18	+ 2 9.28	+ 0.09	+ 0.04	+ 0.45	53.04
						Coppia 11ª.					
						32 56					
IV. 16	W	15.4918	21.4290	25.90	25.85	45.57	— 2 53.14	+ 0.09	— 0.06	+ 0.03	52.49
» 24	E	15.4450	21.4398	26.10	26.25	47.29	54.82	09	06	— 08	42
V. 2	E	15.4524	21.4854	26.15	26.45	48.86	55.93	09	06	— 17	79
» 13	E	15.5978	21.7260	26.08	26.15	51.28	58.71	09	06	— 14	56
» 23	W	15.6592	21.8738	25.27	25.47	53.56	— 2 61.23	+ 0.09	— 0.06	— 0.11	52.25
						Coppia 12ª.					
						32 59					
IV. 16	E	13.7152	25.9068	26.22	25.80	47.53	— 5 55.53	+ 0.08	— 0.10	+ 0.24	52.22
» 24	W	11.2088	23.4698	25.75	25.10	49.32	57.55	08	10	+ 36	11
V. 2	W	11.0728	23.3796	26.85	26.90	50.99	58.89	08	10	— 03	05
» 13	W	11.2640	23.6520	26.07	25.45	53.60	61.25	08	10	+ 35	68
» 26	E	12.4462	24.9194	25.92	26.02	56.69	— 5 63.74	+ 0.08	— 0.10	— 0.06	52.87
						Coppia 13ª.					
						32 53					
IV. 16	W	18.2755	18.1860	26.45	26.28	50.27	+ 0 2.61	+ 0.08	0.00	+ 0.10	53.06
» 24	E	22.2370	22.1852	24.75	26.05	52.05	+ 1.51	08	00	— 73	52.91
V. 2	E	21.1280	21.1680	26.00	26.30	53.73	— 1.17	08	00	— 17	47
» 13	E	21.4524	21.5738	26.10	26.15	56.38	— 3.54	08	00	— 03	89
» 26	W	22.9498	23.1866	26.85	26.90	59.53	— 0 6.91	+ 0.08	0.00	— 0.03	52.67
						Coppia 14ª.					
						32 44					
IV. 16	W	27.7455	8.8750	26.42	25.65	42.18	+ 9 10.29	+ 0.08	+ 0.16	+ 0.43	53.14
» 24	E	27.6352	8.8174	26.10	26.05	43.87	8.75	08	16	+ 03	52.89
V. 2	E	28.8020	10.0492	26.80	26.80	45.50	6.86	08	16	00	60
» 13	E	27.8152	9.1454	27.45	27.50	48.09	4.44	08	16	— 03	74
» 26	W	26.5546	8.0008	26.30	25.92	51.19	+ 9 1.06	+ 0.08	+ 0.16	+ 0.21	52.70

Riassunto e discussione.

Nel quadro seguente sono registrati, coppia per coppia, i valori medî dei varii termini che dànno la latitudine; le tre ultime colonne contengono:

l'errore probabile ε della latitudine media data da ogni coppia,

la differenza Δ Gr. fra le grandezze delle due stelle costituenti una coppia,

l'intervallo $\Delta\alpha$ fra le loro ascensioni rette.

Come è noto nella scelta del programma d'osservazione col metodo di Talcott è consigliabile, fra l'altro, che le due stelle costituenti una coppia non abbiano troppo sensibile differenza di grandezza e d'ascensione retta, appunto per evitare che il risultato possa risentire l'influenza di errori dipendenti, per una parte, da un diverso modo di bisecare due astri eterofoti col filo mobile, e per l'altra da eventuali cambiamenti nello stato dello strumento fra la prima e la seconda stella (nei riguardi dell'invariabile collegamento della bolla all'asse di rotazione).

I dati delle tre ultime colonne del quadro seguente dimostrano come i risultati ottenuti possano senz'altro ritenersi immuni dalle cause d'errore testè ricordate.

Coppia	$\frac{1}{2}(\delta_s + \delta_n)$	$\frac{1}{2}\cdot$ R. (Me-Mo)	Correzioni per			φ	N.	ε	Δ Gr.	$\Delta\alpha$
			curv. par.	rifr.	incl.					
						32° 53′		±		
	° ′ ″	′ ″	″	″	″	″		″		m
1	32 51 1.148	+ 2 51.548	+0.090	+0.060	−0.066	52.780	5	0.054	0.9	5.5
2	60 56.318	− 7 3.890	080	− 120	+ 225	613	4	056	0.3	3.7
3	49 29.508	+ 4 23.082	080	+ 080	+ 088	838	5	089	0.2	2.8
4	49 33.784	+ 4 18.844	080	+ 080	+ 030	818	5	066	1.2	6.1
5	51 19.012	+ 2 33.316	080	+ 040	+ 058	506	5	058	2.1	11.4
6	53 58.232	− 0 5.658	080	000	− 037	617	4	027	1.2	7.7
7	55 44.515	− 1 51.927	080	− 030	+ 030	668	4	063	0.0	5.3
8	56 58.375	− 3 5.792	080	− 050	+ 035	648	4	047	1.4	7.4
9	61 25.050	− 7 32.288	080	− 130	− 284	428	5	080	0.6	4.7
10	51 40.550	+ 2 12.050	090	+ 040	+ 085	815	6	041	1.8	7.3
11	56 49.312	− 2 56.766	090	− 060	− 074	502	5	060	2.7	9.8
12	59 51.626	− 5 59.392	080	− 100	+ 172	386	5	110	1.7	4.8
13	53 54.392	− 0 1.500	080	000	− 172	800	5	070	0.5	4.3
14	32 44 46.166	+ 9 6.280	+0.080	+0.160	+0.128	52.814	5	0.063	0.5	5.6
Medie	**32 54 6.285**	**− 0 13.721**	**+0.082**	**−0.002**	**+0.016**	**52.660**	—	—	—	—

A proposito del precedente quadro noteremo ancora che la differenza fra il più basso ed il più alto dei valori ottenuti per la latitudine dalle diverse coppie, ammonta appena a: 0″.45; questo fatto depone assai favorevolmente sulla bontà delle declinazioni usate; come del resto era da prevedersi pensando al gran numero di fondamentali incluse nel programma ed alla piccolezza degli errori probabili spettanti alle declinazioni concluse per le non fondamentali.

L'esame poi dell' ultima riga contenente l'ammontare medio dei termini che dànno la latitudine, ci dice subito che nessuna preoccupazione potrebbe destare anche una sensibile incertezza nel valore di una rivoluzione del micrometro e di una parte della livella, quantunque tali costanti debbano ritenersi concluse, nello studio fatto, in valori assai degni di fiducia.

Indicando poi con v le differenze fra i singoli valori di φ ottenuti da una coppia ed il medio rispettivo, con n il numero totale dei valori conclusi per la latitudine e con m il numero delle coppie, la formula

$$n = 67 \qquad m = 14 \qquad r = \pm\, 0.6745 \sqrt{\frac{[v\,.\,v]}{n - m}}$$

dà per *errore probabile d'osservazione di una coppia in una sera*

$$r = \pm\, 0''.148 .$$

Ne consegue che, indicando successivamente con $n_1, n_2, n_3, \ldots, n_{14}$ il numero dei valori ottenuti per la latitudine dalle varie coppie, dalla espressione:

$$\varrho = \pm \sqrt{\frac{r^2}{m-1}\left[\frac{1}{n}\right]} .$$

discende per *errore probabile d'osservazione sul medio valore di* φ *dato dalle osservazioni di una stessa coppia*:

$$\varrho = \pm\, 0''.071 .$$

Se infine chiamiamo con ε le differenze fra i valori medî ottenuti per la latitudine dalle diverse coppie e il medio generale, la formula:

$$\varrho_\varphi = \pm\, 0.6745 \sqrt{\frac{[\varepsilon\,.\,\varepsilon]}{m-1}}$$

conduce all'*errore probabile della latitudine di una coppia*

$$\varrho_\varphi = \pm\, 0''.106$$

errore il quale è la somma di due altri; l'uno ϱ errore probabile d'osservazione, l'altro ϱ_δ errore probabile della semisomma delle declinazioni.

I tre errori $\varrho, \varrho_\delta, \varrho_\varphi$ sono legati dalla relazione:

$$\varrho_\varphi^2 = \varrho_\delta^2 + \varrho^2 ;$$

se in questa poniamo $\varrho = \pm\, 0''.071$, $\varrho_\varphi = \pm\, 0''.106$, si ottiene come *errore probabile della semisomma delle declinazioni*

$$\varrho_\delta = \pm\, 0''.079 .$$

L'errore probabile di una singola declinazione risulta quindi eguale a:

$$\varrho_\delta \cdot \sqrt{2} = \pm 0''.11 \, .$$

Dal fatto che i due valori ottenuti per ϱ e ϱ_δ sono pressochè eguali, dobbiamo ritenere che sul valore finale della latitudine pesano in modo quasi conforme e gli errori d'osservazione e l'incertezza delle declinazioni delle stelle. Non par lecito, in altre parole, nel concludere il valore finale della latitudine, di prescindere per una parte dal numero d'osservazioni fatte sulle diverse coppie e per l'altra dal grado di esattezza delle declinazioni delle stelle o, più precisamente, dal grado di esattezza della semisomma delle due declinazioni delle stelle costituenti una coppia.

È bene notare però che, nel caso nostro, essendo state le varie coppie osservate all'incirca lo stesso numero di volte e potendosi ritenere degne di alta fiducia anche le declinazioni delle non fondamentali, il valore già concluso per la latitudine di ben poco può variare anche tenendo il debito conto delle circostanze anzidette.

Indichiamo ad ogni modo con e_1, e_2 gli errori probabili delle declinazioni delle due stelle costituenti una coppia osservata n volte; l'errore probabile del termine $\frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2)$ sarà:

$$\varrho_\delta = \tfrac{1}{2} \sqrt{e_1^2 + e_2^2} \, ,$$

e quindi quello della corrispondente latitudine:

$$\varrho_\varphi = \sqrt{\varrho_\delta^2 + \frac{r^2}{n}}$$

dove r rappresenta, come sopra, l'errore probabile d'osservazione di una coppia in una sera (per noi $r = \pm 0''.148$). Orbene il peso p da assegnare alla latitudine di una coppia è inversamente proporzionale al quadrato di ϱ_φ. Per quanto poi riguarda tale rapporto di proporzionalità, possiamo individuarlo a nostro piacere col quel criterio arbitrario che più s'adatti al caso in esame.

Poniamo

$$p = \frac{1}{44 \cdot \varrho_\varphi^2} \, .$$

Otteniamo in tal modo

$$(a) \qquad p = \frac{1}{11(e_1^2 + e_2^2) + \dfrac{44 \, . \, r^2}{n}} = \frac{1}{11(e_1^2 + e_2^2) + \dfrac{0.968}{n}} \, .$$

Questa relazione ci dice che, molto prossimamente, intendiamo assumere come *peso unitario* quello da assegnarsi al valore della latitudine ottenuto da una coppia costituita da stelle di declinazione assolutamente esatta ($e_1 = e_2 = 0.00$) ed osservata una sol volta ($n = 1$).

Venendo poi all'applicazione della formula (a) al caso nostro, è necessario stabilire dei criterî, quanto più possibile vicini al vero, nei riguardi degli errori probabili e da assegnarsi alle declinazioni delle stelle osservate. A tal riguardo noi,

quantunque, in verità, dopo le correzioni definitive di Auwers, le posizioni date dal B. A. Y. debbano ritenersi di gran lunga più esatte di quelle del catalogo di Newcomb, stabiliremo di assegnare alle declinazioni di *tutte* le fondamentali l'errore probabile: $\pm 0''.10$. Quanto poi alle non fondamentali, assumeremo come errori probabili delle loro declinazioni quelli già ricavati dalla discussione dei dati forniti dai varî cataloghi, e che furono già indicati nella tabella riassuntiva delle posizioni definitive delle stelle.

L'applicazione della formula (a) si legge nella tabella seguente:

Copp.a	e_1^2	e_2^2	n	p	φ
1	0.01	0.01	5	2.42	32° 53′ 52″.780
2	01	01	4	2.16	613
3	02	01	5	1.91	838
4	01	01	5	2.42	818
5	01	01	5	2.42	506
6	02	00	4	2.16	617
7	01	01	4	2.16	668
8	01	01	4	2.16	648
9	01	01	5	2.42	428
10	02	01	6	2.04	815
11	01	05	5	1.17	502
12	01	01	5	2.42	386
13	02	02	5	1.58	800
14	0.01	0.01	5	2.42	32 53 52.814

Da questa discende come valore medio pesato della latitudine:

$$(1906.32) \quad \varphi = 32^\circ 53' 52''.658 \pm 0''.029 \quad \text{(Centro stazione)}$$

praticamente coincidente col medio semplice dei valori ottenuti dalle diverse coppie. Tale valore noi assumeremo come risultato finale delle nostre osservazioni.

Quanto all'errore probabile $\pm 0''.029$, esso deve intendersi come somma dell'*errore probabile d'osservazione*: $\pm 0''.071 : \sqrt{14} = \pm 0''019$ e dell'*errore probabile nella semisomma delle declinazioni*: $\sqrt{(0''.029)^2 - (0''.019)^2} = \pm 0''.022$.

CONCLUSIONE.

Da tutte le osservazioni calcolate e discusse nei Capitoli precedenti possiamo trarre le seguenti conclusioni:

R. Scuola Commerciale Italiana a Tripoli d'Africa
(Centro stazione).

Distanza dal R. Consolato Generale d'Italia: metri 123.36
" " Faro di Tripoli 436.03

Azimut della direzione Scuola-Faro 304° 53′ 58″ N. per E.
" " " " Consolato 288 35.1 "

Longitudine					
Longitudine	E	da Roma	= $2^m 48^s.20$	=	0° 42′ 3″
"	E	" Parigi	= 43 22 .63	=	10 50 39
"	E	" Greenwich	= 52 43 .56	=	13 10 53
"	W	" Berlino	= 0 51 .23	=	0 12 48
"	W	" M. E. C.	= 7 16 .44	=	1 49 7

Latitudine geografica boreale . . . . . (1906.32) = 32° 53′ 52″.66.

Se in base alle riduzioni in longitudine e latitudine riassunte nel paragrafo 4º del Capitolo II, trasportiamo le precedenti coordinate al R. Consolato d'Italia ed al Faro, otteniamo:

R. Consolato Generale d'Italia a Tripoli d'Africa.

Longitudine					
Longitudine	E	da Roma	= $2^m 47^s.90$	=	0° 41′ 59″
"	E	" Parigi	= 43 22 .33	=	10 50 35
"	E	" Greenwich	= 52 43 .26	=	13 10 49
"	W	" Berlino	= 0 51 .53	=	0 12 53
"	W	" M. E. C.	= 7 16 .74	=	1 49 11

Latitudine geografica boreale . . . . . (1906.32) = 32° 53′ 53″.94.

Faro di Tripoli d'Africa.

Longitudine					
Longitudine	E	da Roma	= $2^m 47^s.28$	=	0° 41′ 49″
"	E	" Parigi	= 43 21 .71	=	10 50 26
"	E	" Greenwich	= 52 42 .64	=	13 10 40
"	W	" Berlino	= 0 52 .15	=	0 13 2
"	W	" M. E. C.	= 7 17 .36	=	1 49 20

Latitudine geografica boreale . . . . . (1906.32) = 32° 54′ 0″.76.

RELAZIONE

letta dal Socio CIAMICIAN, relatore, a nome anche del Corrispondente NASINI, nella seduta del 2 giugno 1906, sulla Memoria del prof. GIACOMO CARRARA, intitolata: *Elettrochimica delle soluzioni non acquose.*

Il prof. G. Carrara, che è stato uno dei primi ad occuparsi del contegno degli elettroliti in solventi diversi dall'acqua, riassume nella presente Memoria gli studî che intorno a questo argomento sono stati fatti da lui e da altri autori negli ultimi 14 anni.

Egli discute anzitutto l'importante questione delle cause che determinano la dissociazione elettrolitica e conclude assai felicemente dimostrando come le diverse opinioni ed ipotesi, che sono state avanzate su tale argomento, possano essere poste in accordo. Il fenomeno della dissociazione elettrolitica viene determinato dall'azione chimica che si impegna fra il solvente e la sostanza disciolta, perchè il primo combinandosi con le parti di molecola che diverranno ioni, predispone la loro formazione e fornisce l'energia necessaria alla dissociazione; la costante dielettrica permette poi ai ioni una volta formati, di coesistere entro al solvente senza ricombinarsi.

Egli esamina poi le leggi elettrochimiche nelle soluzioni non acquose ed il comportamento chimico delle sostanze disciolte col variare del solvente. In questa parte del lavoro egli dimostra, con la scorta delle proprie esperienze e di quelle di altri autori, come non esistano differenze essenziali fra le soluzioni acquose e quelle in altri solventi e come, tenendo debito conto di tutti gli elementi che influiscono sul fenomeno, si possano spiegare colla teoria della dissociazione tutte quelle eccezioni che apparentemente sembravano stare con essa in contraddizione.

La Memoria del prof. Carrara tratta di argomenti che hanno il maggiore interesse per l'ulteriore sviluppo di una parte assai importante della chimica generale; e contenendo essa risultati veramente notevoli, proponiamo che venga accolta e pubblicata per intero negli Atti dell'Accademia.

Elettrochimica delle soluzioni non acquose.
Memoria di G. CARRARA.

Uno dei più importanti problemi della Chimica-fisica attuale è certamente quello che riguarda l'influenza della natura del solvente sopra le proprietà delle soluzioni.

La teoria delle soluzioni diluite, basandosi quasi esclusivamente sopra le soluzioni acquose, ha risolto il problema, astraendo completamente dal solvente e considerandolo solo per lo spazio che esso offre al libero movimento delle molecole e degli ioni. Questa generalizzazione è stata certo fra le più feconde, e i grandi risultati ottenuti con la sua guida ci consigliano a non abbandonarla. Vi sono però numerose contraddizioni a questa generalizzazione, le quali si vedono sorgere specialmente dallo studio delle soluzioni non acquose. Evidentemente il caso non è sempre così semplice come si suppone, e il solvente spesso influisce non indifferentemente sul comportamento della sostanza disciolta. L'assoluta indipendenza è forse solo un limite ideale, che nel massimo numero dei casi non si raggiunge coll' esperienza diretta. Le soluzioni acquose sono quelle che più tendono ad avvicinarsi a questo limite, cosicchè, come scrive giustamente Abegg (Zeit. für Elektrochemie, VII, 1078), è stata una fortuna che le leggi osmotiche sieno state studiate prima nell' acqua, dove è più raro che la semplicità delle leggi sia disturbata da fenomeni secondarî.

La teoria delle soluzioni perderebbe però la sua generalità e la sua importanza se si limitasse alle soluzioni acquose. L'importanza dell' influenza della natura del solvente è tale, che Nernst fino dal 1893 (Theoretische Chemie, pag. 314, Stuttgart, 1893) riteneva che per mezzo di questi studî si poteva sperare di giungere a conoscere l'essenza della dissociazione elettrolitica. In questi ultimi anni le esperienze si sono moltiplicate e il materiale sperimentale è divenuto così grande, che è impossibile dare anche un breve riassunto di tutti i singoli risultati numerici. Si può dire che la maggior parte dei liquidi organici ed inorganici, buon numero di gas liquefatti, persino delle sostanze solide, sono stati cimentati come solventi. Ma se le osservazioni interessanti si sono accresciute, se le eccezioni alle leggi generali hanno trovato nuove e importanti conferme, se anche alcune relazioni hanno preso forma più concreta, è certo che non si può ancora farne una generalizzazione. Ogni tentativo in questo senso, secondo P. Dutoit (Journ. de Chimie-Phys., I, 617, 1904) sarebbe prematuro.

I confronti fino ad ora sono limitati a gruppi e serie di solventi di ugual tipo chimico, aventi in soluzione uno stesso elettrolite, e anche in questi confronti si riscontrano le eccezioni, che caratterizzano le relazioni seriali delle costanti fisiche.

Il solvente agisce verso lo sostanza disciolta tanto dissociandola in molecole semplici o in ioni, quanto associandola in complessi molecolari o ionici. In molti casi

combinandosi il solvente col soluto, si formano nuovi aggruppamenti molecolari o ionici sopra i quali ancora si possono esercitare le azioni dissocianti e associanti del solvente.

Noi non abbiamo che delle idee vaghe del come il solvente possa provocare l'associazione e la dissociazione, e molto meno sappiamo quali relazioni uniscano fra loro queste due proprietà. Esse si manifestano in modo diverso, non solo col variare del solvente per una stessa sostanza disciolta, ma anche nello stesso solvente per sostanze diverse in soluzione, cosicchè lo stato d'equilibrio fra queste proprietà del solvente, quali ci vengono rivelate dalle misure di conducibilità ecc., è, come è stato riconosciuto fino dal 1896 da G. Carrara, come *la risultante di una mutua azione dipendente tanto dalla costituzione del solvente, quanto da quella della sostanza disciolta* (Gazz. Chim. It., XXVI, I, pag. 184, 1896).

Perciò, col variare dell'elettrolito le capacità di associazione e di dissociazione del solvente possono variare. Si conoscono diversi esempi in cui un solvente si manifesta ionizzante con un elettrolite e associante con un altro: ricordo l'acido formico, il quale, secondo Zanninovich (Gazz. Chim. Ital., XXVI, I, 1896), dissocia fortemente i sali come KCl, $NaCl$ ecc. e polimerizza gli acidi come il cloridrico $(HCl)_2$. Un altro solvente, il cianuro di etilene, secondo Bruni e Manuelli (Zeit. für Elektrochemie, XI, 860, 1905), dissocia molto il $(C_2H_5)_4NI$ e abbastanza il KI, mentre invece associa l'acido benzoico, il salicilico e l'uretano. Talvolta certi solventi non dissocianti con la generalità degli elettroliti più comuni, sali, acidi, ecc., diventano fortemente dissocianti per certe combinazioni complesse: così per es. il bromo è un solvente non dissociante per KBr, $(CH_3)_4NI$, CBr_3COOH, secondo Walden (Zeit. für anorg. Ch., XXV, 220, 1900), e neppure lo è per $AlBr_3$, $AsBr_3$, $SnBr_3$, secondo Plotnikow (Zeit. für physik. Ch., XLVIII, 229, 1904). — Invece per certe combinazioni complesse $AlBr_7CS_2$ e $AlBr_5C_2H_5BrCS_2$ e più ancora per il PBr_5 si ha che le soluzioni concentrate hanno conducibilità dello stesso ordine di grandezza di quelle, pure concentrate, di sali tipici in acqua. Questo fatto sembra dovuto alla formazione di prodotti di addizione col solvente, i quali divengono in tal modo capaci di ionizzarsi; per questa ragione divengono elettroliti alcuni idrocarburi in anidride solforosa liquida (Walden).

Il potere dissociante, come del resto anche l'associante, di un solvente non può, per queste ragioni, venire considerato come una vera e ben definita costante fisica: si deve piuttosto ritenerlo una proprietà generale del solvente, la quale ha la sua origine tanto nelle costanti fisiche, quanto nelle affinità chimiche esistenti nel solvente e nel soluto. Ma, se è facile per mezzo della conducibilità elettrica riconoscere qualitativamente se un solvente ionizza o no un certo elettrolite, riesce difficile invece determinare quantitativamente il potere ionizzante. Questa difficoltà dipende, per i metodi osmotici, dalla piccola solubilità degli elettroliti in molti solventi, e per il metodo elettrico dalle grandi incertezze nelle determinazioni del valore limite; per entrambi poi dai disaccordi che dànno i risultati confrontati fra loro. Attualmente l'unica misura del potere ionizzante è quella proposta da G. Carrara (Gazz. Chim. Ital., XXVII, I, 207, 1897), cioè il confronto dei volumi di solvente necessari per ottenere uno stesso grado di dissociazione.

Effettivamente sembra che la causa del potere dissociante di un solvente sia da ricercarsi tanto nelle costanti fisiche del solvente stesso, quanto nelle affinità chimiche esistenti fra solvente e soluto. Infatti si conoscono, come vedremo, relazioni fra potere dissociante e costante dielettrica, fattore di associazione, attrito interno, calorico latente di fusione e di svaporamento, ecc., e nello stesso tempo, sia dalle combinazioni di solvente e soluto, che si possono isolare, sia dalle anomalie del comportamento elettrico ed osmotico, siamo costretti ad ammettere l' influenza dell'affinità chimica.

Fra tutte le costanti fisiche del solvente, quella che mostra più stretta relazione col potere dissociante è la costante dielettrica. Nernst (Zeit. für physik. Ch., XIII, 531, 1894) e Thomson (Phil. Mag., XXXVI, 320, 1893), osservando che l'attrazione elettrostatica degli ioni doveva essere tanto minore, quanto più elevata era la costante dielettrica del mezzo che li separava, posero il principio: *che i solventi dovevano avere un potere dissociante tanto più elevato, quanto più alta era la loro costante dielettrica.* Questo principio non è assoluto come lo stesso Nernst (Theor. Chemie, 2ª ed., pag. 365) ha rilevato. Si tratta di un parallelismo che si verifica nel maggior numero dei casi più comuni. Tuttavia, anche così, questo principio è della massima importanza, anzi rappresenta la maggiore generalizzazione che sia stata fatta riguardo al potere dissociante. In questi ultimi tempi, e limitando i confronti ad un unico elettrolite, $N(C_2H_5)_4I$, Walden (Zeit. für physik. Ch., LIV, 129, 1906)ha potuto trovare per diversi solventi organici una importante relazione tra la costante dielettrica e il volume al quale si ha lo stesso grado di dissociazione. Egli precisamente avrebbe trovato che, nel caso accennato, *il prodotto della costante dielettrica per la radice cubica del volume è una costante.* Il principio o regola di Nernst, come talvolta si suole chiamarla, è stato verificato sopra un grande numero di solventi e, si può dire, che le eccezioni osservate dipendono soltanto da una applicazione errata del principio stesso.

Talvolta, per la difficoltà di determinare il grado di dissociazione, si è confrontata la costante dielettrica con la conducibilità molecolare, invece che con la dissociazione, e ne sono venute delle contraddizioni, che poi si sono rettificate. Così, a mo' d'esempio, H. Cady (Journ. of the phys. Ch., I, 707, 1897) paragonando le conducibilità molecolari di diversi sali in soluzione nell'ammoniaca liquida e nell'acqua, trovò che le prime sono molto più elevate delle seconde e ne concluse che la forza ionizzatrice è per l'ammoniaca altrettanto grande che per l'acqua. Goodwin e Thompson iun. (Physic. Review, VIII, 38, 1899), determinando la costante dielettrica dell'ammoniaca, trovano che questa è circa cinque volte più piccola di quella dell'acqua alla stessa temperatura — 34° (Jahrbuch der Elektrochemie, VI, 76) e confermano l'alta conducibilità dei sali senza poter raggiungere però il valore limite della conducibilità stessa. Questo solvente sembra così fare eccezione al principio di Nernst, cioè possedere un potere dissociante più elevato di quello dell'acqua e avere una costante dielettrica cinque volte più piccola. Studî più estesi su questo solvente fatti da Franklin e Kraus (Amer. Chem. Journ., XXI, 1, 8, 1899 e XXIII, 277, 1900), nei quali si è raggiunto il valore limite della conducibilità molecolare e si è calcolato il grado di dissociazione, hanno mostrato che il volume di liquido necessario per avere lo stesso grado di dissociazionc è molto più elevato per l'ammoniaca che

per l'acqua; così che la creduta eccezione al principio di Nernst e Thomson rientra nella regola.

Nello stesso modo probabilmente si potranno risolvere le obbiezioni sollevate da Kahlenberg (Zeit. für physik. Ch., XLVI, 64, 1903). Questo autore ha misurato la conducibilità elettrica di $FeCl_3$, $AgNO_3$, CCl_3COOH in soluzione di solfocianati di metile, di etile e di amile e in isosolfocianati di etile e di allile, ed ha trovato che, per es., il CCl_3COOH ha nei solfocianati una conducibilità presso che eguale a quella che questo elettrolite ha nell'acido cianidrico liquido, malgrado che le costanti dielettriche dei solfocianati accennati siano rispettivamente 33.3, 31.2, 17.1, mentre quella dell'acido cianidrico è 95. Anche qui soltanto quando, invece della conducibilità, si potrà confrontare il grado di dissociazione, si potrà trovare giustificata o no l'obbiezione.

Comunque sia, sta il fatto che, guidati dal valore della costante dielettrica (D), molti sperimentatori hanno studiato le sostanze più varie quali HCN, $D = 95$; $HCONH_2$, $D = 84$; H_2O, $D = 81,7$; $HCOOH$, $D = 57$; CH_3CN, $D = 36$; CH_3OH, $D = 34$; CH_3COCH_3, $D = 21$; NH_3, $D = 16$; SO_2, $D = 13,7$, ecc., sempre con soddisfacente risultato riguardo all'applicazione del principio di Nernst. Questo appare evidente dalle tabelle che si trovano nei lavori di Walden (Zeit. für anorg. Ch., XXX, 206, 1902; Zeit. für physik. Ch., LIV, 222, 1904); di Dutoit (Journ. de Chimie-phys., I, 620, 1904); di Brühl (Zeit. für physik. Ch., XXX ,1); di Kahlenberg e Lincoln (Journ. of the physic. Chem., III, 12, 1899), ecc.

Anche la costante di associazione dei solventi sembra avere col potere dissociante una stretta relazione; questa relazione è forse meno ben determinata di quella che il solvente ha con la costante dielettrica, e le diverse eccezioni sono più accertate, però sembra anche qui esistere un certo parallelismo che non può essere casuale.

Dutoit e Aston (Comptes rendus, *99* (2), 240, 1897) immaginarono che l'energia che l'elettrolite prende al solvente per dissociarsi provenga dalla depolimerizzazione del solvente stesso, per cui conclusero che soltanto i solventi polimerizzati possono dare soluzioni ionizzate e perciò conduttrici; anche Crompton (Journ. Chem. Soc., *71*, 925, 1897) quasi contemporaneamente ammetteva una relazione di proporzionalità fra l'associazione del solvente e la conducibilità elettrica.

Se noi ordiniamo i solventi secondo il loro potere dissociante, vediamo in generale che i solventi fortemente dissocianti quali l'acqua, gli alcool metilico ed etilico, l'acido formico, ecc., sono polimerizzati, ma hanno anche una elevata costante dielettrica, mentre quelli che hanno un piccolo potere dissociante come etere, benzolo, ecc., hanno la molecola semplice, ma anche una piccola costante dielettrica. Però se un certo parallelismo non si può negare, certamente non si può accettare, come vorrebbero Dutoit e Friederich (Bull. de la Soc. Chim. de Paris (3), XIX, 321, 1898), che i valori della conducibilità limite nei diversi solventi sieno funzione diretta del grado di polimerizzazione e inversa del grado di viscosità, e molto meno che la conducibilità elettrolitica di un solvente non polimerizzato sia eguale a zero. Euler (Zeit. für physik. Ch. XXVIII, 619, 1899) studiò la conducibilità di soluzioni di KI, NaI, $NaBr$ in solventi non associati, ma forniti di elevata costante dielettrica, quali nitrobenzolo,

furfurol e benzonitrile, e di altri solventi a piccola costante dielettrica e forte associazione: per es. acido butirrico, isobutirrico e valerianico, e il risultato fu che i solventi non associati ma ad elevata costante dielettrica dissociavano, mentre quelli polimerizzati, ma a costante dielettrica bassa non dissociavano gli elettroliti quali KI, NaI, NaBr.

Altre eccezioni sarebbero quelle osservate da Bruni e Berti (Gazz. Chim. It., XXX, II, 151, 1900) e in seguito da Frankland e Farmer (Jahr. der Elektrochemie, VIII, 118, 1901) per N_2O_4; questo solvente, invece di dissociare gli elettroliti, li associa. Farebbe pure eccezione l'ammoniaca, la quale, pur avendo un potere dissociante inferiore all'acqua, dà un'elevata conducibilità, agli elettroliti che discioglie, mentre il suo fattore di associazione è eguale all'unità (Walden, Zeit. für anorg. Ch., XXX, 206, tab. 58); lo stesso dicasi per l'anidride solforosa (Walden, loc. cit.). È vero però che sul valore dell'associazione vi sono ancora molte incertezze e più ancora nei gas liquefatti, tanto che Franklin e Kraus (Amer. Chem. Journ., XXI, 1, 1899) per l'ammoniaca liquida darebbero un fattore di associazione che starebbe più in relazione col potere dissociante, cioè fra l'acqua e gli alcool. È un fatto però che limitando il parallelismo alla conducibilità limite, si hanno sempre maggiori eccezioni, come dimostrarono Lincoln (Journ. of the physik. Ch., III, 457, 1899) e Walden (Zeit. für physik. LIV, 220, 1906). Quest'ultimo, confrontando le conducibilità limiti con il fattore di associazione di molti solventi, concluse che nè il valore della conducibilità limite è tanto più grande quanto più grande è il fattore di associazione del solvente, e neppure la conducibilità è uguale a zero, se il solvente non è polimerizzato.

Le altre costanti fisiche del solvente stanno, con la forza ionizzatrice, in rapporti meno bene accertati e più discutibili. Così può dirsi del calore di svaporamento, il quale secondo Obach è parallelo alla costante dielettrica (Phil. Mag. (5), *32*, 113); del calore specifico, del calore latente di fusione ecc. (Brühl, Zeit. für phys. Ch., XXX, 1899). Si deve però ritenere probabile che quella che Brühl volle chiamare *energia mediale* (loc. sopràcit.) del solvente, intendendo con essa la completa proprietà disaggregante e dissociante, sarà più o meno in relazione con le diverse costanti fisiche, in quanto queste ultime lo sono con la costante dielettrica. Forse si può fare un'eccezione per il coefficiente d'attrito, il quale più che con la dissociazione si trova in stretta relazione con la mobilità degli ioni, e perciò indirettamente col valore limite. Infatti, come già si disse, Dutoit e Friederich hanno posto il principio che il valore limite è inversamente proporzionale alla viscosità del solvente e ad analoga conclusione giunsero pure Jones e Carrol (Amer. Chem. Journ., XXXII, 521, 1904). Più recentemente Walden (Zeit. für physik. Ch., LIV, 129, 1906 e LV, 207, 1906) dal confronto dei valori limiti della conducibilità molecolare dell'ioduro di tetraetilammonio in diversi solventi organici trova la seguente relazione: *il prodotto del valore limite per l'attrito interno è una quantità costante indipendente dal solvente e dalla temperatura.*

Oltre però alle costanti fisiche, come ho accennato, l'origine del potere dissociante va ricercata anche nell'affinità chimica.

L'influenza dell'affinità chimica appare evidente in tutto il comportamento delle soluzioni, tanto che, fino a non molto tempo fa, ad essa soltanto si dava importanza,

cosicchè le soluzioni erano considerate come combinazioni chimiche secondo rapporti ponderali variabili (Bunsen).

Con le moderne teorie delle soluzioni le idee si sono modificate, eccedendo forse nel trascurare troppo questo importantissimo elemento. Molti autori si sono occupati di trovare relazioni fra le proprietà chimiche del solvente, o di qualcheduno degli elementi che lo compongono, col potere dissociante. E in modo generale la combinazione del solvente col soluto è divenuta la base di diverse teorie dovute a Ciamician, Konovalow, Werner, Brühl.

Tutte queste teorie però, quando abbandonano il caso generale e indeterminato per scendere ai particolari, incontrano difficoltà e contraddizioni, si può dire, ad ogni passo. La causa di ciò va ricercata nell'aver considerata quasi esclusivamente l'affinità del solvente, non dando tutta l'importanza necessaria alla sostanza disciolta. Questa è una necessità dovuta al fatto che le combinazioni chimiche in soluzione non si potevano sempre giudicare e prevedere dalle combinazioni stabili cristallizzate.

L'esempio tipico delle combinazioni del solvente con la sostanza disciolta è quello dell'acqua di cristallizzazione, la cui funzione nel complesso molecolare, malgrado le teorie non è sempre ben chiara, e tanto meno lo può essere in soluzione acquosa, dove la scomposizione in ioni da una parte e l'aggiunta di altre molecole di solvente dall'altra, complica ancora di più il fenomeno già per sè stesso assai complesso.

Le determinazioni di pesi molecolari con metodi osmotici nelle soluzioni diluite non possono darci che indicazioni molto incerte sull'esistenza di queste combinazioni fra solvente e soluto. Infatti il numero di molecole o di ioni rimane inalterato, siano o no combinati col solvente. Il risultato della combinazione si riduce a una diminuzione di concentrazione per sottrazione del solvente combinato. Questa diminuzione però è così piccola, nelle soluzioni diluite, da rendere illusoria ogni conclusione a questo riguardo. Nelle soluzioni concentrate la cosa è diversa, e infatti dagli studî di Jones e de' suoi scolari (Amer. Chem. Journ., XXIII, 89 e 512, 1900; XXXI, 303, 1904; Zeit. für physik. Ch., XLIX, 385, 1904) si hanno buone ragioni per ammettere in queste soluzioni l'esistenza di idrati, non solo, ma di ritenere che questi siano in relazione con l'acqua di cristallizzazione. Secondo Biltz (Zeit. für physik. Ch., XL, 185, 1902; Berichte, XXXVII, 3036, 1904) sarebbe logico ammettere l'esistenza di questi idrati anche nelle soluzioni diluite, perchè un aumento di idratazione della sostanza disciolta con l'aumento della concentrazione, sarebbe in diretta opposizione alla legge delle masse attive.

Sono stati fatti degli studî per vedere come si comportava l'acqua di cristallizzazione di fronte all'azione dissociante di un diverso solvente. Ricerche di Lobry de Bruyn e Jungius (Rec. trav. chim. Pay-Bas, XXII, 422, 1904) sopra solfato di nichel, con 3 , 6 e con 7 molecole d'acqua, in alcool metilico mostrano che una sola molecola d'acqua rimane combinata al sale; Bruni e Manuelli (Zeit. für Elektrochemie, X, 601, 1904) trovarono pure che in un solvente poco dissociante come l'uretano l'acqua di cristallizzazione resta unita alla molecola in diversi sali: $Mn\,Cl_2$, $Co\,Cl_2$, $Cu\,Cl_2$; mentre per solventi fortemente dissocianti come l'acetamide, l'acqua viene separata e il sale viene scisso quasi completamente nei suoi ioni.

Naturalmente queste ricerche interessanti non permettono di decidere nettamente

la questione, anche perchè, come è noto dagli studî di Carrara (Gazz. Chim. It., XXVII, I, 438, 1897), l'acqua in solventi dissocianti è pure dissociata nei suoi ioni, il che complica la questione. Però si può già stabilire che la sottrazione dell'acqua di cristallizzazione, per parte dei solventi dissocianti, alle combinazioni saline, è probabilmente collegata all'ionizzazione. Non è dunque improbabile in questi casi una sostituzione di molecole del solvente alle molecole d'acqua, ogni volta che avviene la formazione di ioni. Perciò appare naturale la conseguenza che nelle soluzioni ionizzate avvenga la combinazione del solvente con gli ioni e che lo stato di dissociazione ionica stia in relazione cogli aggregati liquidi.

Si è cercato di dare di ciò una prova diretta studiando, nel miscuglio di due solventi, le variazioni del loro rapporto agli elettrodi durante l'elettrolisi. È evidente che se uno dei due aumenta in confronto dell'altro, esso vi sarà stato trasportato insieme agli ioni dalla corrente.

I risultati sono ancora pochi e contradditorî. Lobry de Bruyn (Rec. trav. chim. Pay-Bas, XXII, 430, 1903) elettrolizzando una soluzione di nitrato d'argento in un miscuglio di acqua e alcool non osservò alcuna variazione di alcool agli elettrodi. Invece Livingstone, Morgan e Kanolt (Zeit. für physik. Ch., XLVIII, 365, 1904) elettrolizzando soluzioni di $Ag NO_3$ in un miscuglio di piridina e acqua, trovarono un eccesso di piridina al catodo; analoghe ricerche con $Cu(NO_3)_2$ in acqua e alcool non diedero risultato altrettanto sicuro, ma pare che l'acqua aumenti al catodo, cosicchè si potrebbe ritenere che esista una combinazione dell'Ag con la piridina e del Cu con l'acqua. Queste esperienze però lasciano ancora molte incertezze visto che l'unico risultato sicuro è quello ottenuto con la piridina. Ora, se è vero che questa è una base la quale secondo Hautzsch (Zeit. f. anorg. Chem. 25°, 332) può dare con $Ag NO_3$ una vera combinazione ionizzabile nella quale sembra che Ag entri in un ione complesso; non si può escludere che in soluzione acquosa la piridina possa essere trasportata al catodo come ione, anche indipendentemente da una sua combinazione con l'argento.

Anche i solventi non acquosi possono dare combinazioni ben definite con gli elettroliti, nelle quali il solvente entra analogamente all'acqua di cristallizzazione nei sali. Ricordo per esempio le combinazioni dei sali con la piperidina, col solfuro di metile e di etile, studiate da Werner e dai suoi scolari (Zeit. für anorg. Ch., XV, 1, 1897); quelle con la piridina, l'acetone, l'alcool ecc. Interessanti sono pure le combinazioni che formano i gas liquefatti come H Cl, H Br, HI con le sostanze organiche ossigenate quali l'etere e l'acetone (Archibald e M. Intosh, Jahrbuch der Elektrochemie, XI, 253) e quelle che forma l'ammoniaca liquida (Franklin e Kraus, American Chem. Journ., XXI, 1, 1899) e l'anidride solforosa liquida (Walden e Centnezwer, Zeit. für anorg. Ch., XXX, 145, 1902), ecc.

L'esistenza anche per i solventi non acquosi di tipi di combinazione analoghi agli idrati è stata pure esposta da Jones e Getman (Zeit. für phys. Ch., XLIX, 385, 1904) per l'alcool, cosicchè si può ritenere come assai probabile che anche in solventi diversi dall'acqua la combinazione degli ioni col solvente sia un fatto generale al quale è legata la dissociazione elettrolitica.

Fino dal 1890 G. Ciamician (Gazz. Chim. It., XXI, I, 437, 1890) richiamava

l'attenzione sopra questa possibilità di combinazione degli ioni col solvente, ed esponeva l'ipotesi che il fenomeno della dissociazione elettrolitica fosse costituito dal fatto che più molecole del solvente attorniano uno o entrambi gli ioni dell'elettrolite formando con quelli dei complessi; così che gli ioni si troverebbero attorniati da un'atmosfera di solvente. Per questa ragione l'azione dissociante doveva dipendere dalla funzione chimica del solvente.

Konovaloff (Wied. Ann., XI, 161), ammette che in ogni caso, solo quando vi è combinazione chimica con sviluppo di calore fra solvente e soluto, si ha forte ionizzazione; mentre quando la combinazione manca, viene a mancare l'ionizzazione.

L'ipotesi così posta è contraddetta da diversi fatti; per esempio: il miscuglio di acqua e d'alcool non ha conducibilità pur svolgendo calore, pur subendo contrazione di volume, caratteri tutti di una combinazione: l'acido picrico nel benzolo dà, come è noto, una combinazione ben definita, il picrato di benzene, eppure questa soluzione non conduce, secondo Kahlenberg e Lincoln (Journ. of the Physic. Chem., III, 12).

Werner dai suoi studî sulla costituzione dei composti inorganici (Zeit. für anorg. Ch., III, 296, 1893; XX, 1, 1897) è tratto a considerare queste combinazioni dei sali con l'acqua. La funzione di quest'acqua sarebbe di unirsi all'atomo metallico, rendendo liberi come ioni i residui acidi, e il residuo metallico, attorniato dalle molecole d'acqua, funzionerebbe come ione positivo. Perciò solo quei solventi, che sono capaci di unirsi all'atomo metallico dando il radicale corrispondente, potranno funzionare da dissocianti. Secondo questo autore la prima condizione per la dissociazione elettrolitica di un sale è la capacità di formare coll'atomo metallico una combinazione colle molecole del solvente, per modo che non possa più sussistere il legame diretto tra atomo metallico e residuo acido.

Questa ipotesi del Werner è seducente perchè rende anche conto in certo modo della funzione dell'acqua di cristallizzazione; ma se si vuol darle una estensione generale, non si può giustificare la limitazione all'atomo metallico nella capacità di formare il radicale complesso funzionante da ione.

Nello stesso ordine di idee Brühl (Zeit. für physik. Ch., XVIII, 514, 1895; XXVII, 319, 1898; XXX, 1, 1899) osservò che i solventi che hanno potere dissociante contengono in generale elementi polivalenti con valenze latenti non soddisfatte: sono in generale degli elementi non saturi che tendono ad una valenza superiore e da questa tendenza dipenderebbe il potere dissociante del solvente.

Egli pose il principio che soltanto quei solventi, che contengono tali elementi polivalenti a valenze non sature, possono dissociare. In questo modo il forte potere dissociante dell'acqua e degli alcoli inferiori è dovuto all'ossigeno bivalente che tende a divenire tetravalente; l'acido cianidrico liquido, l'idrazina, i nitrili ecc., contengono l'azoto che tende alla pentavalenza ecc.

Diverse obbiezioni si affacciano subito a questa interpretazione e fra l'altre, ci si può chiedere, perchè il benzolo, il cianogeno liquido, il solfuro di carbonio, l'idrogeno solforato liquido, il tricloruro di fosforo, pur contenendo elementi polivalenti, non dissociano?

L'obbiezione è così evidente che lo stesso Brühl nel suo ultimo lavoro modifica un po' il suo principio dicendo che esso non è reversibile, che è piuttosto una rela-

zione di indole qualitativa, che dipende tanto dalla natura del solvente quanto da quella della sostanza disciolta. In questo modo però il principio è così indeterminato che riesce di poca utilità.

Del resto in tutte queste teorie vi è certamente la necessità di simili indeterminatezze. Forse tutte le teorie contengono una parte della verità, ma la verità intera non potrà risultare che dall'armonica fusione di esse, completata dalla conoscenza più estesa delle combinazioni del solvente con la sostanza disciolta e con i suoi ioni.

La maggior difficoltà sta nella spiegazione della coesistenza delle due proprietà, associante e dissociante nello stesso solvente. Precedentemente ho accennato come si conoscano diversi casi in cui col cambiare dell'elettrolito disciolto si ha dissociazione o associazione. E questo avviene anche se i due elettroliti sono egualmente e fortemente dissociati in un terzo solvente. In generale si invocano in questo caso delle combinazioni col solvente, le quali non sono elettroliti. Naturalmente bisogna ammettere che esse sieno di natura diversa da quelle che predispongono o accompagnano la dissociazione.

L'ipotesi più semplice è quella che la polimerizzazione risulti dalla combinazione di più molecole di soluto con una o più di solvente, mentre, allorchè la combinazione avviene fra più molecole di solvente e la parte positiva e negativa delle molecole del soluto, si avrebbe la predisposizione alla dissociazione. In questo modo si concilierebbero tutte le ipotesi sopra l'origine del potere dissociante e le sue relazioni colla costante dielettrica e con l'affinità chimica.

Il meccanismo dell'ionizzazione incomincia con le combinazioni del solvente separatamente con le parti positive e negative della molecola del soluto. Quando tutte le atomicità latenti possibili sono saturate, queste parti sono libere allo stato di ioni. L'attrazione elettrostatica degli ioni opposti, che tende a diminuire questo loro libero movimento e a riunirli in molecola, viene tanto abbassata quanto più elevata è la costante dielettrica del solvente. Così gli ioni di carica opposta possono, in un solvente ad alta costante dielettrica, esistere ad una distanza molto più piccola che in un solvente a costante diettrica più bassa; per cui occorrerà un volume di solvente più piccolo del primo in confronto del secondo, per avere lo stesso grado di dissociazione.

Le varie ipotesi sarebbero conciliate nel senso di dare all'affinità chimica la funzione di formare gli ioni, alla costante dielettrica del solvente quella di mantenerli, insieme alla loro atmosfera di molecole di solvente, una volta formati. La diminuzione dell'attrazione elettrostatica sola non giustificherebbe la dissociazione e molto meno la libertà degli ioni. L'ionizzazione, come risultato dell'affinità chimica, è invece in accordo col miglior numero di fatti e inoltre spiega l'origine tanto ricercata dell'energia necessaria alla dissociazione.

Anche questo modo di vedere è d'indole generale e indeterminato come lo esige la grande estensione del problema, ed ha certamente bisogno ancora di essere corroborato da molti fatti riguardo alla composizione di queste combinazioni col solvente. Ma indubbiamente è quello che meglio risponde allo stato attuale delle nostre conoscenze sull'argomento.

Un'altra serie di importanti problemi è connessa alla influenza della natura del solvente sulle proprietà delle soluzioni; essi possono raggrupparsi attorno alle questioni seguenti:

I. Natura chimica degli ioni;
II. Leggi elettrochimiche;
III. Reazioni chimiche.

I.

Natura chimica degli ioni.

La natura degli ioni può essere considerata tanto per gli ioni che si formano dall'autoionizzazione del solvente, quanto dagli ioni dovuti alla sostanza disciolta.

Fino a che si consideravano gli ioni nelle soluzioni acquose, si poteva con poche differenze accettare le definizioni e gli elenchi di Faraday e di Hittorf. Però gli studî ulteriori hanno mostrato come sia molto più larga la cerchia e come assai probabilmente ogni gruppo ed ogni elemento possa essere ione, purchè si trovi un solvente adatto.

L'autoionizzazione di un solvente può essere riconosciuta per mezzo della sua conducibilità elettrica, a patto che si possano escludere tutte le impurezze dovute alla solubilità del recipiente o dell'aria; col solvente di più facile purificazione che si conosca, l'acqua, Kohlrausch e Heidwiller (Wied. Ann., LIII, 209) arrivarono solo dopo lunghe e pazienti ricerche alla conducibilità minima ora accettata come definitiva.

Le difficoltà naturalmente s'accrescono con i solventi diversi dall'acqua per il fatto che la loro purificazione con metodi chimici riesce sempre insufficiente. Anche le più accurate distillazioni frazionate sono molto lontane dalla sensibilità della conducibilità elettrica, cosicchè liquidi anche bollenti a temperatura costante possono con la conducibilità essere divisi in varie frazioni di diversa purezza; sembra che certe impurezze disciolte talvolta agiscano da catalizzatore provocando variazione continua della conducibilità (Dutoit e Levier, Journ. de chim. phys., III, 435, 1905). Anche la conducibilità costante non basta per dare la certezza che questa sia dovuta agli ioni del solvente soltanto: occorrono conferme per altre vie, come è stato fatto per l'acqua. Un esempio di queste difficoltà può essere quello dell'eliminazione dell'acqua in quei solventi dove essa si scioglie in ogni proporzione. Tutte le sostanze disidratanti non dànno una garanzia che vada al di là del 0,01 %, essendo ottimisti, ben lontana dai valori della concentrazione ionica degli ioni dei solventi, i quali come è noto, se si prende esempio dall'acqua, arrivano a $1,07 \times 10^{-7}$ (Wied. Ann., LIII, 209). Essendo poi assai probabile che l'acqua sia dissociata in questi solventi, come è stato già dimostrato per qualcuno, è evidente quante incertezze si avranno in queste misure.

Un solo solvente è stato studiato prendendo le precauzioni, per la sua purezza, dello stesso ordine di quelle usate da Kohlrausch per l'acqua, ed è l'alcool metilico, per il quale Carrara (Gazz. Chim. Ital., XXVII, I, 438, 1897) trovò una conducibi-

lità minima di un ordine di grandezza, che si avvicina a quello dell'acqua, $0{,}07 \times 10^{-6}$; ma assai probabilmente anche questo valore va ancora diminuito, perchè col processo delle pile a gas Carrara e D'Agostini (Atti R. Istituto Veneto, febbraio 1903) trovano una concentrazione ionica che si avvicina ancora più a quella dell'acqua e cioè $0{,}07 \times 10^{-7}$, mentre per l'acqua pura si è trovato $0{,}04 \times 10^{-7}$).

Walden ha fatto accurate misure di conducibilità di solventi organici puri (Zeit. für physik. Ch., XLIII, 409; XLVI, 163), ed ha osservato che tutti i solventi buoni dissocianti hanno una conducibilità specifica di un ordine di grandezza presso a poco eguale tra $x = 1 \times 10^{-7}$ e $x = 5 \times 10^{-7}$. Secondo questo autore i valori più elevati della conducibilità spettano a quelle sostanze che contengono i gruppi OH, CO. I primi termini delle serie dànno valori più elevati. Accurate misure sono pure state fatte per l'ammoniaca liquida da Frenzel (Zeit. für Elektrochemie, VI, 477), il quale ha trovato valori circa quattro volte maggiori di quelli dell'acqua. Dutoit e Levier (Journ. de Chim. Phys., III, 435, 1905) hanno fatto lo stesso per l'acetone ecc. Ma per il massimo numero dei solventi non è ancora dimostrato che i valori fin qui ottenuti sieno i minimi possibili. Soltanto quando per altra via si otterranno concentrazioni ioniche coincidenti, si potranno, come si è fatto per l'acqua, ritenerli sicuri.

I criteri per giudicare, quali sono gli ioni che una sostanza può formare, sono in generale criteri di analogia. Data l'esistenza di una conducibilità, gli ioni che ne sono la causa, possono essere immaginati basandosi in generale sopra criteri chimici. La controprova può essere data dai prodotti dell'elettrolisi, in pochi casi, o dai potenziali di scarica dei singoli ioni. Senza questi ultimi noi non avremmo alcuna buona ragione per ammettere nell'acqua oltre agli ioni H' e OH' l'ione O''.

Nei solventi diversi dall'acqua le determinazioni dei potenziali di scarica degli ioni sono assai limitate: ricordo quelle fatte da Frenzel (loco citato), sopra l'ammoniaca liquida, per la quale si sono trovati tre potenziali corrispondenti agli ioni $(NH_2' + H^{\cdot})$, $(NH'' + H_2^{\cdot\cdot})$, $(N''' + H_3^{\cdot\cdot\cdot})$. Walden ha esaminato parecchie sostanze organiche e discusso i loro probabili ioni dalla costituzione chimica della molecola; è da augurarsi che presto di essi si possa avere conferma per altra via meno ipotetica.

I solventi diversi dall'acqua possono disciogliere e ionizzare sostanze che per la loro funzione chimica giudicata in soluzione acquosa non avrebbero potuto rientrare nell'antico quadro degli ioni, Walden chiamò questi elettroliti anomali (Zeit. für physik. Ch., XLIII, 384, 1903). Così, disciolti in anidride solforosa liquida, o in cloruro di solforile o in tricloruro d'arsenico, si trovano a funzionare da elettroliti alogeni liberi o fra loro combinati, combinazioni di alogeni con metalloidi, basi terziarie dell'azoto, idrocarburi, ioduri alchilici ecc. Fra questi esempi è specialmente interessante l'ionizzazione del bromo in SO_2, il che dà la probabilità che due atomi eguali abbiano carica elettrica opposta $(\overset{+}{Br} + \overset{-}{Br})$ e analogamente gli ioni delle combinazioni fra alogeni $(ICl = \overset{+}{I} + \overset{-}{Cl})$. L'ionizzazione degli idrocarburi, come il trifenile in SO_2, è probabilmente dovuta a combinazione col solvente; quella dell'ossibromuro e del pentabromuro di fosforo dipende probabilmente dai rispettivi ioni

$PO^{III} \longrightarrow Br_3^{III}$, $P^V \longrightarrow Br_5^V$. Anche gli acidi HCl, HBr, HI liquidi dissociano in ioni sostanze che non si consideravano elettroliti in acqua, come l'etere etilico, l'acetone, l'acetamide, l'acetonitrile, ecc. Anche per questi l'ipotesi più semplice è quella che si formino dei prodotti di addizione col solvente.

II.

Le leggi elettrochimiche.

Legge di Faraday. — Questa legge fondamentale dell'elettrochimica è implicita in tutte le esperienze fatte sulla conducibilità, sui numeri di trasporto ecc. in soluzioni a solventi diversi dall'acqua. Le esperienze dirette alla verifica della legge di Faraday sono invece poco numerose. Abbiamo le esperienze di L. Kahlenberg (Journ. of the physic. Chem., IV, 349, 1900) il quale trovò che $AgNO_3$ in soluzione di piridina, anilina, benzonitrile, chinolina, acetone segue la legge di Faraday in tutti quei casi nei quali si possono escludere tutte le reazioni secondarie. Richards e Newsome Stull (Zeit. für physik. Ch., XLII, 621) elettrolizzando $AgNO_3$ in acqua a 20° e in nitrati alcalini fusi a 250° trovano una rigorosa applicazione della legge. Alla stessa conclusione è arrivato Auerbach (Zeit. für anorg. Ch., XXVIII, 1901) per altri sali fusi, PbI_2 e $PbCl_2$. In generale dunque nè solvente nè temperatura hanno influenza accertata sulla legge di Faraday, la quale resta una delle leggi più rigorose che si conoscano. Tuttavia esiste un fatto non ancora spiegato di conduttività, il quale non sembra seguire la legge, ed è quello osservato da H. P. Cady (Journ. of the physic. Chem., I, 707), che riguarda il sodio metallico sciolto nell'ammoniaca liquida. Questa soluzione ha colore bleu intenso possiede buona conducibilità la quale sembra non variare colla concentrazione, e non mostra alcun indizio di polarizzazione, la conducibilità di questa soluzione avrebbe cioè i caratteri di una conduttività metallica. Franklin e Kraus ripetendo le esperienze (Amer. Chem. Journ., XXIII, 277) trovano che la conducibilità infatti varia pochissimo con la concentrazione; Legrand (L'Éclairage électr., XXVI, 88, 1901), dal fatto che il coefficiente di temperatura è positivo, conclude che si tratta di conduttività elettrolitica. Come si vede l'eccezione va meglio studiata per poter decidere.

Altre eccezioni alla legge di Faraday si hanno nelle cosidette soluzioni solide, e fra le altre in quei miscugli di ossidi studiati da Nernst (Zeit. für Elektrochemie, VI, 41, 1899), i quali hanno ad alta temperatura una conduttività, che si ha tutta la ragione di ritenere elettrolitica, senza che si abbia separazione apparente di metallo all'elettrodo. Anche qui però l'eccezione è più apparente che reale, perchè, come ha dimostrato Bose (Jahrb. der Elektroch., IX, 220) intervengono fenomeni secondari di ossidazione dovuti all'aria o all'ossigeno svolto all'anodo a mascherare la separazione del metallo.

Legge di Kohlrausch. — La legge di Kohlrausch sopra l'indipendenza della velocità di migrazione degli ioni e la tendenza al limite della conducibilità molecolare, presenta nei solventi non acquosi i casi più svariati e più contradditorî.

Il valore limite della conducibilità molecolare, dal quale dipende il grado di dissociazione e per conseguenza ogni nostro giudizio sul potere dissociante è uno dei valori più incerti nelle soluzioni non acquose. A questa incertezza è dovuto un gran numero dei risultati contraddittorî fin qui ottenuti. Nell'acqua si può raggiungere in molti casi sperimentalmente questo valore limite, o avvicinarvisi tanto che uno dei soliti calcoli di estrapolazione dà un valore poco diverso dal vero. Questo fatto è dovuto al grande potere dissociante dell'acqua, per il quale, ad una diluizione relativamente non molto grande, si può essere molto vicini al valore cercato. Per questa ragione la conducibilità specifica della soluzione vicina al limite è ancora lontana dalla conducibilità specifica del solvente, cosicchè sottraendo dalla prima la seconda non si commette un grande errore nel risultato finale.

Nei solventi organici e più specialmente in quelli poco dissocianti e sopratutto in quelli a conducibilità specifica propria relativamente elevata, si finisce ad avvicinarsi con la conducibilità specifica della soluzione, all'ordine di grandezza di quella del solvente. In questi casi la sottrazione della conducibilità del solvente da quella della soluzione non è rigorosa e tutte le incertezze accennate quando si è parlato della conducibilità propria del solvente, si riflettono sul valore limite, moltiplicate per la diluizione.

Nei solventi poi a piccolo attrito interno e perciò tali che consentono agli ioni una grande velocità, si può avere per un piccolo aumento di numero degli ioni un relativamente grande aumento di conducibilità molecolare. Così pure può avvenire il fatto inverso, quando il solvente abbia un attrito interno elevato. Da ciò ne viene che i valori limiti nei diversi solventi per uno stesso elettrolite possono variare in larghissimi limiti. Questo fatto è stato già dimostrato da Carrara fino dal 1894 (Gazz. Chim. It., II, 504, 1894) sopra la conducibilità dell'ioduro di trietisolfina disciolto in una serie di alcooli e nell'acetone; mentre per l'acqua in reciproche unità Siemens $\mu_\infty = 107$, in quei solventi si avevano valori che da $\mu_\infty = 167$ per l'acetone e 134 per l'alcool metilico, si aggiravano intorno a $\mu_\infty = 2$ per gli alcooli isobutirrico, isoamilico, trimetilcarbinòl ecc. Walden recentemente (Zeit. für physik. Ch., LIV, 222, 1906) ha confermato questi fatti sopra l'ioduro di tetraetilammonio in numerosi solventi di svariato tipo chimico, arrivando a valori che vanno in reciproche unità Ohm da 225 per l'acetone a circa 2 per il tetranitrometano ecc. ed ha trovato, come è stato detto precedentemente, che per uno stesso elettrolite [$N(C_2H_5)_4I$] sciolto in molti solventi organici, il prodotto del valore limite della conducibilità molecolare per l'attrito interno è una costante indipendente dalla natura del solvente e dalla temperatura. Il valore di questa costante è circa 0.700 (Zeit. für physik. Ch., LV, 246, 1906).

Non è raro l'esempio di vedere la conducibilità molecolare arrestarsi attorno ad un certo valore o diminuire con l'aumentare della diluizione. Questo fenomeno nelle soluzioni acquose si attribuisce a tracce di impurezze contenute nell'acqua (NH_3, CO_2 ecc); nei solventi diversi dall'acqua e specialmente in quelli, che dànno piccole conducibilità, si osserva molto più spesso che nell'acqua, talvolta incomincia fino dalle prime diluizioni, perciò le soluzioni non mostrano nessuna tendenza al limite. Si comprende come in questi casi non si possa più parlare di verifica della legge di Kohlrausch.

La causa di questo fenomeno è veramente poco chiara; in generale la si attribuisce a reazioni chimiche o ad assorbimento di sostanza disciolta dovuta al nero di platino degli elettrodi (Dutoit e Levier, Journ. de Chim.-Phys., III, 435, 1905). Ma anche senza l'impiego di elettrodi platinati in certi solventi si ha indizio di reazioni chimiche, nelle quali probabilmente le impurezze o la stessa sostanza disciolta possono funzionare da catalizzatori. Un esempio di questo genere sarebbe quello descritto da Walden (Zeit. für physik. Ch., LIV, 144) della conducibilità dell'ioduro di tetraetilammonio, che varia col tempo.

L'applicazione della legge di Kohlrausch è stata fatta per relativamente pochi solventi e con risultati contradditorî. Fino dal 1897 Carrara aveva osservato che nell'alcool metilico come nell'acqua si avevano presso a poco gli stessi valori della velocità di migrazione degli alogeni, e che Na e K avevano lo stesso valore della velocità di migrazione se si calcolavano dai diversi sali alogenici: in altri termini, che la legge era applicabile, mentre essa faceva eccezione prendendo in considerazione sali di ammonio, di tetraetilammonio o di solfonio, per cui l'autore è tratto ad ammettere o che il valore limite non è esatto, o che in alcuni pochi casi uno stesso ione può avere una diversa velocità a seconda del sale di cui fa parte. Secondo Walden (loco citato) la legge si verifica pure nell'acetonitrile, salvo qualche differenza nell'ordine di grandezza delle velocità degli ioni in confronto delle soluzioni acquose. Lo stesso autore la trovò pure applicabile all'epicloridrina; Dutoit e Levier (Journ. de Chim. Phys., III, 434) la verificarono in soluzione acetonica.

Invece in anidride solforosa (Walden e Cetnerszwer, Zeit. für anorg. Ch., XXX, 171) e in ammoniaca liquida (Legrand, Jahrb. der Elektroch., VIII, 112) la legge non si verifica affatto. Però con recenti misure Franklin e Hamilton Cady (Amer. Chem. Journ., XXVI, 499, 1904) hanno applicato la legge alle soluzioni in questo solvente, con buoni risultati.

Legge della diluizione. — Questa applicazione della legge delle masse attive alle soluzioni trova, come è noto, per i forti elettroliti delle eccezioni anche in soluzione acquosa. A spiegare queste eccezioni si sono affaticati molti autori; gli uni, come Jahn, intesi a dimostrare che la legge delle masse attive è applicabile alle soluzioni, purchè si conosca il valore reale della parte dissociata e non si usi quello che si deduce dalla conducibilità, $\alpha = \frac{\Lambda_\varphi}{\Lambda_\infty}$; altri, come Arrhenius e i suoi scolari, cercano di dimostrare che la legge delle masse attive non è applicabile in nessun caso alle soluzioni e che le buone coincidenze che si hanno per i deboli elettroliti sono piuttosto dovute alla diminuzione della causa perturbatrice, cioè la carica elettrica degli ioni, per la quale ne risulta una pressione osmotica non proporzionale alla concentrazione ionica.

Lo studio di questa legge in solventi non acquosi può dare il modo di risolvere l'ardua questione. Per ora però i risultati sono ancora incerti; così mentre Wakemann (Zeit. für physik. Ch., XI, 41, 1893) per elettroliti forti nei miscugli di alcool etilico e acqua trova che la legge non è applicabile, Wildermann (Zeit. für physik. Ch., XIV, 247, 1894) in alcool assoluto e per l'acido tricloroacetico soltanto trova che la legge si applica. Carrara (loco citato) la trova pure applicabile in alcool metilico, osservando che delle formule proposte quella di Ostwald vale meglio per gli acidi

e le basi, e quella di Rudolphi per i sali. Contrariamente a ciò Cohen (Zeit. für physik. Ch., XXV, 5, 1898) e Lincoln (Journ. of the phys. Chem., III, 492, 1899) trovano che la legge non si applica alle soluzioni alcooliche, mentre Godlewski (Journ. de Chim. Phys., III, 393, 1905), studiando acidi deboli in luogo di sali, trovò che la legge di Ostwald è benissimo applicabile tanto in alcool etilico assoluto quanto in miscugli di alcool etilico e acqua; per cui l'autore è tratto a concludere che quelle sostanze, che seguono la legge in soluzione acquosa, la seguono anche in soluzione alcoolica. Invece la legge non si verifica nell'anidride solforosa liquida (Walden e Cetnerszwer, Zeit. für anorg. Ch., XXX, 171).

Quanto alle diverse formule di Ostwald, di Rudolphi e di Van t'Hoff, è interessante osservare una relazione con le combinazioni degli ioni col solvente, studiata da Livingston, Morgan e Kanolt (Zeit. für Elektrochemie, XI, 90). Secondo questi autori dalla legge delle masse attive sull'equilibrio fra gli ioni legati al solvente e il solvente stesso si ricava che la formula di Ostwald è applicabile quando non si formano ioni complessi, e le formule empiriche di Rudolphi e di Van t'Hoff, allorchè due ioni dello stesso genere si uniscono al solvente. Se invece entrambi gli ioni si condensano, si arriva ad una formula più generale $\frac{C_i^n}{C_s} = \text{cost.}$, già proposta da Bancroft (Zeit. für physik. Ch., XXXI, 188, 1899).

Numeri di trasporto. — L'influenza della natura del solvente sulla velocità relativa o sul numero di trasporto degli ioni è in generale dello stesso ordine di quella che si verifica nelle soluzioni acquose col variare della concentrazione. Nelle soluzioni in alcool metilico, secondo Carrara (Atti R. Acc. dei Lincei, IV, 339, 1901) i numeri di trasporto si comportano come se la soluzione fosse più concentrata che non una corrispondente soluzione in acqua. Le difficoltà che si incontrano in queste misure nei solventi non acquosi sono: la deficiente solubilità degli elettroliti in molti solventi, la conducibilità talvolta non trascurabile del solvente stesso, i prodotti di reazione agli elettrodi. Per tutte queste ragioni lo studio dei numeri di trasporto è stato fatto principalmente in soluzioni alcooliche e alcoolico-acquose. Già nei primi classici lavori di Hittorf si trovano misure in alcool metilico e amilico per sali $Cd\,I_2$, $Zn\,I_2$, $Ag\,NO_3$ ecc., dalle quali appare evidente l'esistenza, specialmente nelle soluzioni concentrate, di ioni complessi, che partecipano alla migrazione. Questi studî furono proseguiti da Lenz nel 1882 su soluzioni in alcool metilico e in miscugli di alcool e acqua. Misure di numeri di trasporto sono pure state fatte da Campetti (Nuovo Cimento, 35°, III, 225, 1894) in alcool etilico e metilico con $Ag\,NO_3$ e $Li\,Cl$; da Cattaneo (Rend. R. Acc. dei Lincei, V, 207, 2° sem., 1896) in glicerina per i sali $Na\,Cl$ e $NH_4\,Cl$, ottenendo malgrado la grande viscosità di questo solvente numeri poco diversi per la velocità relativa dei due ioni; da Mather (Amer. Chem. Journ., XXVI, 473, 1901) in soluzioni alcooliche e alcoolico-acquose di sali d'argento. In alcool metilico sono stati studiati da Carrara (1901, loco citato) molti elettroliti biionici e triionici, arrivando alla conclusione che il numero di trasporto degli ioni di un elettrolite tende verso uno stesso valore, qualunque sia il solvente nel quale esso è disciolto. In alcool metilico sono state fatte poi altre esperienze da Dempwolff (Physik. Zeit., V, 637, 1904).

Oltre che negli alcool, si hanno interessanti misure di Schlundt (Journ. of the phys. Chem., VI, 159, 1902) in piridina, in acetonitrile e in alcool etilico con $Ag NO_3$ a varie concentrazioni, arrivando quasi contemporaneamente alle stesse conclusioni di Carrara sulla tendenza dei valori del numero di trasporto verso uno stesso limite per tutti i solventi. Interessanti sono pure i risultati delle misure fatte in ammoniaca liquida da Franklin e Cady (Amer. Chem. Journ., XXVI, 499, 1904), i quali, contrariamente ai precedenti, hanno usato il metodo fondato sulla diretta osservazione degli strati limiti, studiando diversi nitrati, cloruri e ioduri a varie concentrazioni. Essi trovano che per alcuni casi come $Na Cl$, KNO_3 ecc. la velocità è indipendente dalla diluizione, mentre per altri aumenta colla concentrazione in modo considerevole.

Fino dai primi studî di Hittorf le variazioni del numero di trasporto con la concentrazione anche in soluzione acquosa sono stati attribuiti alla presenza di ioni complessi, i quali si erano specialmente riconosciuti nei sali alogenici di cadmio e di zinco, estesi poi da Noyes ai sali di bario.

Queste differenze considerate sempre in soluzione acquosa, e rispetto all'anione, nel maggior numero dei casi, vanno diminuendo con l'aumentare della diluizione; vi sono però alcuni casi in cui avviene il contrario, come per $Ag NO_3$ e $Na NO_3$. Questa differenza di andamento può servire a determinare il segno della carica dell'ione complesso, che sarà negativo nel primo caso e positivo nel secondo. Nei solventi non acquosi queste variazioni, secondo Carrara, possono assumere un significato molto importante per l'interpretazione dello stato della sostanza in soluzione, perchè può darsi che, a seconda del solvente, la ionizzazione di uno stesso sale dia ioni complessi di carica diversa. Così anche Schlundt conclude che in soluzione di piridina devono esistere complessi cationi, se nell'acqua si ammettono complessi anioni.

Pesi molecolari e dissociazione. — Fu già detto a proposito del potere dissociante, come nei solventi diversi dall'acqua si riscontrino le maggiori eccezioni alle leggi osmotiche e come principalmente a causa di ciò siano sorti dei dubbi sulla loro applicazione alle soluzioni in solventi diversi dall'acqua.

Anche nelle soluzioni acquose però le eccezioni sono tutt'altro che rare appena ci si allontani un poco dalle soluzioni diluite. Fino dagli inizi della teoria, nel 1887, Tammann (Wied. Ann., XXXVI, 692) osservava che è frequentissimo il caso che le tensioni di vapore non diminuiscano proporzionalmente alla concentrazione; e Planck (Wied. Ann., XXXIV, 139, 1888) cercando di spiegare questo fatto era arrivato a supporre che anche per le soluzioni la dissociazione procedesse col tempo, come per i gas.

In questi ultimi anni queste eccezioni sono aumentate: talvolta si osserva che i pesi molecolari di certi sali aumentano con la diluizione anzichè diminuire, tal'altra si sono osservati dei minimi di dissociazione col variare della concentrazione. Certi sali, malgrado abbiano una conducibilità non trascurabile, hanno peso molecolare normale ecc. Per quanto alcune di queste eccezioni meritino di essere confermate e probabilmente siano dovute al fatto che le soluzioni non sono sufficientemente diluite, non si può negare che anche nell'acqua le relazioni osmotiche sieno sempre così semplici, come la teoria vorrebbe, e perciò bisogna invocare fenomeni secondari di idratazione (Jones, Biltz, ecc.) o fenomeni di associazione.

Quello che però nell'acqua costituisce l'eccezione, nei solventi organici è, si può dire, la regola. Il disaccordo fra il grado di dissociazione calcolato col metodo osmotico e quello calcolato col metodo della conducibilità si avvera quasi sempre, quando si fanno opportuni confronti, e molto spesso l'aumento della diluizione dà un aumento nel peso molecolare.

Le prime esperienze di Raoult (Compt. Rendus, 107°, 442, 1888) avevano fatto credere che gli elettroliti in alcool etilico non fossero dissociati; neppure quelle posteriori di Beckmann (Zeit. für physik. Ch., VI, 453, 1890) avevano modificato questa idea: fu Wölfer (Zeit. für physik. Ch., XV, 510, 1894) che ripetendo le esperienze di Raoult osservò per il primo che i sali nell'alcool erano dissociati, ma che il grado di dissociazione ottenuto con l'innalzamento del punto di ebollizione era più piccolo di quello avuto con la conducibilità. Dopo le esperienze si moltiplicarono: Schlamp (Zeit. für physik. Ch., XIV, 272, 1894) misurando i coefficienti i di Van t'Hoff per alcuni sali in alcool propilico, conclude che il metodo osmotico escluderebbe la dissociazione, mentre la conducibilità dimostra che essa esiste. Analoghi risultati ebbe Carrara (Gazz. Chim. It., XXIV, II, 1894) in acetone, alcool metilico ed etilico per l' $S(CH_3)_3I$. Kerler (Diss. Erlangen, 1894) trova negli alcool metilico ed etilico aumento di peso molecolare con l'aumento della diluizione. Salvadori negli stessi solventi, ma con sali triionici osserva un andamento regolare nel peso molecolare (Gazz. Chim. It., XXVI, I, 1896). Jones e King (Jahrb. der Elektroch., IV, 54) e Jones (Zeit. für physik. Ch., XXXI, 114, 1899) pure osservano in questi solventi, che in generale i pesi molecolari dei diversi sali alcalini diminuiscono con l'aumentare della diluizione e dal grado di dissociazione sarebbe giustificata la regola di Nernst. Werner con i suoi scolari (Zeit. für anorg. Ch., XV, 1, 1897) per numerosi sali alogenici di metalli pesanti in piridina, piperidina, solfuri alchilici, benzonitrile, trova alcuni elettroliti dissociati, altri polimerizzati o in combinazione col solvente. In generale il peso molecolare diminuisce con l'aumentare della diluizione, però vi sono anche alcuni casi, come $ZnBr_2$ e $CuBr_2$ in solfuro di metile, dove il peso molecolare aumenta. Anche Schroeder (Zeit. für Elektroch., XI, 684) trova col peso molecolare in piridina la combinazione col solvente. In fenolo Riesenfeld (Zeit. für physik. Ch., XLI, 346) trova una certa conducibilità, mentre il peso molecolare è normale. In certi solventi come acido formico e acetico la dissociazione col metodo crioscopico si trova che è grande per i sali e piccola per gli acidi, il che sarebbe anche in accordo con la conducibilità (Zanninovich, Gazz. Chim. It., XXVI, I, 1896).

Dutoit e Friederich (Bull. Soc. Chim. (3), 19, 321) in acetone trovano per molti sali peso molecolare normale, mentre questi hanno grande conduttività. Kalenberg e Lincoln nel nitrobenzolo per il cloruro ferrico trovano lo stesso fatto (Journ. of Phys. Chem., III, 32). Bruni e Manuelli (Zeit. für Elektrochemie, XI, 860, 1905) col metodo crioscopico per il dinitrile dell'acido succinico trovano dissociazione molto diversa per sali, come KI e $N(C_2H_5)_4I$, che in acqua hanno dissociazione quasi eguale. Con metodi osmotici sono state studiate molte sostanze inorganiche, come solventi degli elettroliti, quali $SbCl_3$ (Tolloczko Zeit. für physik. Ch., XXX, 705, 1899); $SbCl_3$, $AsCl_3$, $SnCl_4$ (Bassani e Garelli, Rend. Acc. Lincei, X, 255, I, 1901); $BiCl_3$ (Rügheimer, Jahr. der Elektroch., X, 163) ecc.

Le più interessanti osservazioni sono quelle che sono state fatte sopra i gas liquefatti. Franklin e Kraus (Zeit. für physik. Ch., XXIX, 354, refer.) in NH_3 liquida trovano con l'innalzamento del punto di ebollizione che, contrariamente all'aspettativa, i sali sono pochissimo dissociati, malgrado l'elevata conducibilità delle loro soluzioni. Nella N_2O_4, secondo Bruni e Berti (Gazz. Chim. It., XXX, II, 151, 1900) e Frankland e Farmer (Proc. Chem. Soc. XVII, 201, 1901), gli acidi forti danno peso molecolare normale: però non hanno conducibilità. L'anidride solforosa liquida, secondo Walden e Cetneszwer (Zeit. für physik. Ch., XXXIX, 513 e Zeit. für Elektroch., VII, 1076), dà con l'innalzamento del punto di ebollizione dei coefficienti i molto diversi con i diversi sali: in alcuni il coefficente aumenta con la concentrazione, in altri diminuisce: nessuna identità esiste fra i valori del coefficiente i ottenuti con i due metodi osmotico ed elettrico. Quelli ottenuti con la conducibilità sono maggiori dell'unità, quelli avuti col metodo osmotico oscillano sopra e sotto l'unità.

Tutti questi fatti hanno scosso in molti la fiducia nella adattabilità della teoria della dissociazione ai solventi diversi dall'acqua, ed i suoi oppositori avrebbero ragione di rigettarla anche per le soluzioni acquose. Però prima di abbandonare uno strumento che ha reso così importanti servigi, conviene esaminare se la spiegazione di tutte le eccezioni sia possibile nell'àmbito della teoria stessa.

Se noi accettiamo l'ipotesi precedentemente esposta intorno al meccanismo della ionizzazione, dobbiamo concludere, che la contraddizione fra i risultati della dissociazione, misurata col metodo osmotico e quelli misurati col metodo elettrico, non sono che una sua naturale e necessaria conseguenza.

E infatti, se nella soluzione possono esistere contemporaneamente molecole semplici o complesse, e ioni semplici o complessi, è naturale che tutti i fenomeni osmotici, dipenderanno dal numero complessivo di particelle esistenti in soluzione, sieno essi ioni o molecole, semplici o complesse; mentre la conduttività elettrica non dipenderà che dal numero degli ioni soltanto. Si avrà così per risultato che l'azione associante del solvente, col processo osmotico diminuirà il valore degli effetti della dissociazione, mentre col processo elettrico questa influenza non sarà avvertita.

Così, per esempio, se in una soluzione di un elettrolito biionico, abbiamo disciolte 100 molecole e di queste 50 sieno dissociate in ioni semplici e 50 sieno associate in molecole doppie, si avrà col metodo osmotico una dissociazione del 25 % e col metodo elettrico una dissociazione del 50 %. Se poi tutte le molecole fossero doppie e si ionizzassero parzialmente in modo da dare un ione complesso e un ione semplice, si avrebbe per risultato un peso molecolare normale e la dissociazione arriverebbe al 50 % col metodo della conducibilità.

Questa interpretazione già esposta da Wildermann nel 1893 (Berichte, XX, II, 1773; III, 2881) e da Carrara nel 1894 (Gazz. Chim. It., XXIV, II, 504 e Rend. R. Acc. Lincei, (5), II, 383) non è che confermata dai nuovi fatti.

Per quanto riguarda gli aumenti del peso molecolare con la diluizione e l'esistenza di certi minimi di dissociazione, bisogna esaminare l'estensione di queste eccezioni e vedere se l'ipotesi di Planck, che la dissociazione possa variare col tempo, non sia applicabile, ovvero se le combinazioni col solvente non sieno tali da subire una retrogradazione di dissociazione, come avviene nella dissociazione di soluzioni di elettroliti, ai quali ne venga aggiunto un altro avente un ione a comune.

Esiste dunque la possibilità di accordare la teoria della dissociazione con i nuovi fatti e nulla consiglia di rigettarla prima di averla studiata più intimamente.

Differenze di potenziale. — L'estensione della teoria osmotica della pila alle soluzioni non acquose è ora limitata a pochi casi, ed i risultati ottenuti non sono accettati da molti perchè sembrano in contraddizione con uno dei postulati della teoria stessa. I fenomeni di polarizzazione, tensione di scomposizione degli elettroliti e potenziali di scarica degli ioni, si può dire sono quasi sconosciuti fuori delle soluzioni acquose.

Come è noto, nella espressione fondamentale per tutto il campo delle f. e. le singole differenze di potenziale sono rappresentate da $\pi = \frac{RT}{\varepsilon} ln \frac{P}{p}$ e da $\pi_1 = \frac{RT}{\varepsilon} ln \frac{p}{p_1}$ dove p e p_1 rappresentano le pressioni osmotiche delle soluzioni e P la pressione di soluzione del metallo che vi è immerso. In queste espressioni manca completamente l'elemento solvente, e perciò molti ritengono che questo elemento non debba avere alcuna influenza e che perciò, se influenze si riscontrano, queste sieno da attribuirsi tutte alle insufficienti nostre conoscenze sul vero valore della pressione osmotica. E come conseguenza, che la pressione di soluzione del metallo è indipendente dal solvente: perciò la serie delle tensioni dei metalli dovrebbe rimanere inalterata qualunque sia il solvente in cui si opera. Le incertezze che noi abbiamo, riguardo alla vera pressione osmotica delle soluzioni in solventi diversi dall'acqua, rendono assai difficile decidere sicuramente l'arduo problema.

Tuttavia non mi pare che l'esistenza di una influenza del solvente sulla tensione di soluzione sia in contraddizione con la teoria di Nernst; già altrove ho esposto questo modo di vedere (Carrara e D'Agostini, Gazz. Chim. It., XXXV, I, 1905). Infatti noi abbiamo tutte le ragioni per ritenere con Arrhenius (Zeit. für physik. Ch., XXVII, 333; XXXI, 198), che pressione osmotica e concentrazione ionica non sieno sempre proporzionali come sembra. Arrhenius stesso ha trovato che, in soluzione acquosa, la pressione osmotica calcolata col punto di congelamento cresce un po' più rapidamente della concentrazione corrispondente, con l'aumentare del contenuto salino della soluzione. Questa influenza sarebbe dovuta alle cariche elettrostatiche degli ioni; essa non può non influire anche sopra la tensione di soluzione, alla quale tende a fare equilibrio. L'elettrostrizione del solvente che separa il doppio strato elettrico, dove si stabilisce la differenza di potenziale, varierà a seconda della costante dielettrica del solvente, ed è probabile che questo influisca sull'equilibrio. Di più, adesso noi consideriamo gli ioni non più isolati, ma più o meno associati o combinati col solvente: ora è ben naturale che la separazione degli ioni dalla soluzione o la loro formazione dal solvente, venga influenzata più o meno da questa atmosfera di solvente o da questa combinazione che con esso hanno contratto o devono contrarre.

Lo stesso concetto di tensione di soluzione, come dice giustamente Brunner (Zeit. für Elektroch., XI, 415, 1905), è tolto dalla ordinaria solubilità dei sali, la quale non è affatto indipendente dal solvente; perciò l'influenza del solvente sulla tensione di soluzione non è affatto contraria alla teoria di Nernst. Una causa di incertezza in queste misure di singole differenze di potenziale è quella di dover accop-

piare alle soluzioni in solventi diversi, delle soluzioni acquose (elettrodi normali, ecc.). In questo modo la differenza di potenziale fra la soluzione in acqua e la soluzione nell'altro solvente rimane sconosciuta: per lo più essendo essa piccola, si trascura; ma ciò è causa di molti dubbi nell'interpretazione finale.

È stato tentato di ovviare a questo inconveniente usando l'elettrodo a goccie (Campetti, Rend. Acc. Scienze di Torino, ottobre 1893) senza grandi vantaggi, perchè questo metodo non dà sempre risultati sicuri e comparabili neppure nelle soluzioni acquose.

Dai primi studî di Jones (Jahrb. der Elektroch., I, 38) sopra coppie costituite da Ag-$AgNO_3$ in acqua e $AgNO_3$-Ag in solventi diversi, come alcool metilico, etilico e acetone, si è trovato che fra due soluzioni egualmente concentrate dello stesso sale in diversi solventi esistono considerevoli differenze di potenziale, la cui sede è, come nell'acqua, alla superficie di contatto del metallo con la soluzione.

Più tardi Kahlenberg (Journ. of the physic. Chem., III, 379) ha fatto una numerosa serie di determinazioni di differenze di potenziale fra molti metalli e soluzioni dei loro sali in alcuni solventi quali alcool metilico, benzilico, glicole, glicerina, piridina, anilina, ecc., accoppiandoli all'elettrodo normale o decinormale. Sembra che le differenze di potenziale metallo-soluzione presentino minori differenze fra i metalli studiati nei solventi organici, che studiati nell'acqua. Confrontando poi la tensione di soluzione dell'Ag nel $AgNO_3$ con la conducibilità determinata da Dutoit e Friederich, si ha che la serie dei valori cresce per la prima con l'acqua, l'acetonitrile e la piridina, mentre la conducibilità aumenta con la piridina, l'acqua e l'acetonitrile.

Col variare degli ioni in due solventi, il rapporto dei rispettivi potenziali viene pure a variare: l'autore trova per esempio che fra Zn-$ZnCl_2$ in acqua si ha la differenza di potenziale + 0,522, mentre in chinolina — 0,066; fra Ag-$AgNO_3$ in acqua si ha invece — 1,018 e in chinolina — 0,617; per cui egli conclude che per lo zinco la tensione di soluzione è più elevata in acqua che in chinolina, mentre per l'argento ha luogo il contrario.

Continuando Kahlenberg (Journ. of physic. Chem., IV, 709, 1900) la verifica della formula di Nernst per Ag-$AgNO_3$ in piridina e acetonitrile a diverse concentrazioni, introducendo nel calcolo la concentrazione ionica, trova che la formula di Nernst non è applicabile perchè i valori calcolati sono molto diversi dai trovati. In un ulteriore lavoro (Jahr. der Elektroch., XI, 354, e Zeit. für Elektroch., XI, 385, 1905) egli esamina una coppia costituita da Ag-$AgNO_3$ $\frac{1}{10}$ nor. in acqua e Ag-$AgNO_3$ $\frac{1}{10}$ nor. in un miscuglio variabile di acqua e piridina, e poichè, con l'aumentare di questo rapporto acqua piridina, diminuisce la differenza di potenziale, conclude che la differenza di potenziale Ag-$AgNO_3$ dipende dalla composizione del solvente.

Con un analogo artificio egli misura coppie così costituite: Metallo | LiCl $\frac{1}{10}$ nor. in acqua + piridina in diversi rapporti | $AgNO_3$ $\frac{1}{10}$ nor. | Ag. Le esperienze dimostrano, secondo l'autore, che i valori del potenziale, tanto assoluti che relativi, dipen-

dono dal solvente. Certamente manca qui per concludere la conoscenza della pressione osmotica o della concentrazione ionica corrispondente; così pure l'inomogeneità dei solventi della pila complessivamente misurati ci lascia dubbiosi se sui valori che si calcolano, siano completamente trascurabili le altre differenze di potenziale fra i diversi solventi.

Carrara e D'Agostini (Atti R. Ist. Veneto, 62°, 793, 1903) fecero, come già fu detto, alcune determinazioni di pile a concentrazione in alcool metilico adattando a questo solvente il metodo usato da Ostwald per la misura della concentrazione degli ioni dell'acqua. I risultati che hanno condotto a valori vicini all'ordine di grandezza di quelli trovati per l'acqua, fanno presumere che le formule di Nernst sieno in questo caso applicabili.

In un lavoro ulteriore (Gazz. Chim. It., XXXX, I, 1905) gli stessi hanno affrontato il medesimo problema di Kahlenberg, cioè se il solvente influisca sul valore della pressione di soluzione e se per conseguenza la serie delle tensioni dei metalli sia eguale per tutti i solventi. Confrontarono i potenziali di diverse soluzioni di sali verso i corrispondenti metalli Zn , Cd , Cu , Ag in acqua e in alcool metilico, e trovarono che questi metalli conservano nella serie delle tensioni lo stesso posto reciproco nei due solventi; ma differiscono nei valori assoluti del potenziale, nel senso che nell'acqua questi sono più elevati che nell'alcool metilico se i metalli cedono ioni alla soluzione, più bassi se ne ricevono. Notevole è il caso del $Cd(NO_3)_2$, il quale pur essendo quasi allo stesso grado di dissociazione nei due solventi dà valori diversissimi del potenziale. Naturalmente da ciò sembrerebbe che una influenza il solvente eserciti in realtà sul valore della tensione elettrolitica di soluzione.

Siccome poi le differenze fra questi valori sono quasi eguali per i metalli Zn, Cd , Cu, nei due solventi, per cui essi conservano nella serie delle tensioni il loro posto, si dovrebbe concludere che questa influenza sulla tensione si eserciti omogeneamente come la natura dell'azione del solvente lo esige; in altri termini la tensione di soluzione dei metalli sarebbe più grande in acqua che in alcool metilico.

Recentemente Hamilton Perkins Cady (Zeit. für Elektroch., XII, 225, refer. dal Journ. of physic. Ch., IX, 477, 1906) ha eseguito misure di differenze di potenziale in pile a concentrazione in ammoniaca liquida. Applicando la formula di Nernst, nella quale alle pressioni osmotiche sono sostituite le corrispondenti concentrazioni saline, trova delle differenze tra il 10 e il 20 °/₀ in meno tra i valori trovati in confronto dei calcolati, indizio questo che la dissociazione era incompleta. Sostituendo alle concentrazioni saline le reciproche delle conducibilità (le resistenze), i risultati sperimentali sono più soddisfacenti. Dal complesso di queste e d'altre esperienze sembra che la teoria osmotica della pila sia applicabile anche in qnesto solvente.

Per quanto riguarda i fenomeni di polarizzazione, gli studî di Patten e Mott (Journ. of the phys. Chem., VIII, 153; Jahr. der Elektroch,, XI) sopra la tensione di scomposizione del Li Cl in acqua, e in diversi alcooli, quali etilico, propilico, butilico, amilico, allilico, glicerina e fenolo, sono per ora quanto di più completo sia stato fatto sull'argomento. Le curve delle tensioni di scomposizione ed i valori dei potenziali di scarica degli ioni dimostrano che anche per questa parte le leggi di Le Blanc sono applicabili.

Grande influenza sulla polarizzazione viene esercitata dalla densità di corrente; così le condizioni per la separazione del metallo alcalino nei solventi organici sono: il potenziale deve essere così elevato e la densità di corrente così alta che la deposizione riesca più veloce della soluzione; perciò più adatto sarà il solvente, nel quale il metallo ha la tensione di soluzione più elevata e la minore capacità a reagire. La concentrazione della soluzione dev'essere la maggiore possibile.

Patten (Journ. of the Physic. Ch., VIII, 483) ha pure fatto analogo studio sulla separazione dello Zn dal $Zn\,Cl_2$ in acetone e sopra la corrispondente tensione di soluzione; determinò inoltre (Journ. of the physic. Ch., VIII, 548; Jahrb. der Elektroch., XI, 489) la tensione di scomposizione del $Al\,Br_3$ in bromuro d'etile, dalla quale soluzione precedentemente Plotnikow aveva separato l'alluminio. Del resto di queste separazioni di metalli dai lori sali in solventi organici abbiamo diversi altri esempi, quali il bario dall'ammoniaca, il litio dalla piridina e dall'acetone ecc.

Reazioni chimiche. — La teoria della dissociazione elettrolitica dallo studio delle soluzioni acquose è stata condotta ad osservare uno stretto parallelismo fra lo stato di dissociazione della sostanza e la sua capacità a reagire, e a concludere che tutte le reazioni rapide intervengono per mezzo degli ioni. Arrhenius (Lehrbuch der Elektroch, 171-199) anzi arriva a dire che soltanto gli ioni possono reagire chimicamente.

Nei solventi diversi dall'acqua, esiste indubbiamente una relazione fra la proprietà dissociante del solvente e la sua capacità a favorire le reazioni.

E infatti lo studio della velocità di formazione dell'ioduro di tetraetilammonio (Menschutkin, Zeit. für physik. Ch., VI, 41, 1890) e dell'ioduro di trietilsolfina (Carrara, Rend. Acc. Lincei, II, 407, 1893; III, 115, 1894) in diversi solventi, hanno dimostrato che esiste un parallelismo fra la facoltà acceleratrice delle reazioni e la conducibilità elettrica dell'elettrolite formatosi. Esistono però qua e la delle eccezioni, in modo che l'ordine delle costanti di velocità non rimane lo stesso per le diverse reazioni.

L'energia chimica degli acidi e delle basi che in soluzione acquosa è proporzionale alla dissociazione, nei solventi organici presenta invece eccezioni inesplicate e in contraddizione col principio che le reazioni avvengono soltanto per mezzo degli ioni.

Già fino dal 1897 Zecchini (Gazz. Chim. It., XXVII, I) studiando la velocità di attacco dello zinco per parte dell'acido cloridrico sciolto in diversi solventi, mostrava come questo attacco non fosse in relazione col potere dissociante e fra l'altro osservava che l'attacco avveniva nell'etere anidro più energicamente che nelle corrispondenti soluzioni acquose, malgrado il $Zn\,Cl_2$ si separasse insolubile, e la soluzione di HCl in etere non fosse conduttrice. Inoltre osservava che, l'aggiunta delle prime piccole quantità d'acqua avevano la proprietà di diminuire la velocità dell'attacco. Questo stesso fatto è stato poi confermato da Kahlenberg nel benzolo (Jahr. der Elektroch., IX, 47, 1902).

Patten estese queste ricerche (Journ. of the physik. Chem., VII, 152, 1903), sopra l'attacco dell'acido cloridrico, a diversi solventi ed a molti metalli; nessuna legge generale pare possibile, tanto diversi sono i modi e le velocità d'attacco. I

casi sono così controversi che, per esempio, mentre l'HCl in benzolo attacca lo zinco, non attacca invece il magnesio. La presenza di umidità, ha in qualche caso influenza, ma non sembra sempre necessaria, come taluni credevano.

Si è studiata la velocità di attacco dell'HCl sul marmo, e sulla malachite, trovando, p. es., che sul marmo la velocità d'attacco in alcool metilico è 40 volte più lenta che nell'acqua ad eguale concentrazione. (Geiger, Gazz. Chim. It., XXX, I, 1900).

Tanto con la misura del calore di neutralizzazione degli acidi in soluzione etilica (Dewenter, Tanatar, Zeit. für physik. Ch., V, 177, 1890; VIII, 536, 1891) quanto con la determinazione dello spartimento di una base fra due acidi in alcool metilico, misurata col metodo volumchimico (Minozzi, Gazz. Chim. It., XXIX, I, 1899) si hanno notevoli differenze nella corrispondente energia degli acidi misurata in soluzione acquosa.

Anche sull'energia delle basi la natura del solvente ha influenze impreviste; così per es. Gennari (Gazz. Chim. It., XXVI, I, 1896) misurando in alcool etilico e metilico la velocità di saponificazione dell' acetato di etile e di metile con soda e con alcoolati metil- e etilsodici trova, contrariamente ad ogni previsione, che nell' alcool metilico la reazione si arresta appena incominciata, mentre nell'alcool etilico la reazione è regolare e la sua velocità perfettamente misurabile. Altri studi di Caiola e Cappellini (Gazz. Chim. It., XXX, I, 1900) sopra l'azione saponificante di alcuni idrati alcalini e alcalino terrosi negli alcool, portano al risultato che l'azione saponificante è massima nell'alcool isoamilico, che sarebbe uno dei meno dissocianti.

Altre reazioni con alcoolati di sodio, studiate da Lobry de Bruyn e dai suoi scolari in soluzione di alcooli metilico ed etilico in presenza di diverse quantità di acqua, mostrano delle irregolarità di comportamento che, secondo Tijmstra (Zeit. für physik. Ch., XLIX, 345, 1905) si possono spiegare con la conducibilità e prendendo anche in considerazione la velocità di migrazione degli ioni.

È certo che il problema è assai complesso per tutti questi elementi dei quali bisogna tener conto. Quanto poi alla questione, se le reazioni intervengano solo per mezzo degli ioni, non sembra possibile rispondere, visto che, come dice Ostwald, non esiste sostanza non elettrolite che non dia almeno alcuni ioni. In qualunque caso dunque la presenza di ioni si potrebbe invocare. Le stesse reazioni accennate prima intervengono fra sostanze che non sono elettroliti, eppure in certi solventi la loro velocità di reazione è grandissima, mentre il miscuglio senza solvente dissociante ha una velocità di reazione molto più piccola. Sembra dunque da ciò che una ionizzazione precedente alla reazione sia da escludersi o almeno sia molto più piccola. Anche Walker (Chem. News, *89*°, 294, 1905) è d'opinione che non sia necessario che la soluzione sia ionizzata perchè avvenga reazione; in generale l' ionizzazione accompagna la combinazione. Kahlenberg ha descritto alcune reazioni rapidissime, nelle quali non sembra si possa invocare un intervento della dissociazione. (Journ. of the physic. Chem., VI, 1, 1902). Per esempio gli oleati di rame, di nichel e di cobalto nel benzolo sono sostanze tanto poco conduttrici quanto l'aria; eppure trattandole con HCl in soluzione benzolica si ottengono i precipitati dei rispettivi cloruri. Nello stesso modo dell'acido cloridrico agiscono i cloruri di Sn, Ph, As e Si e l' H_2S sopra le soluzioni di questi

oleati metallici in benzolo. Anche per l'aggiunta di ammoniaca o di piridina in benzolo alla soluzione benzolica di acido cloridrico si ha la precipitazione di cloruro ammonico.

I fenomeni di doppio scambio o di sostituzione di un metallo ad un altro in una combinazione salina, avvengono in solventi diversi dall'acqua in modo analogo alle soluzioni acquose. Così, secondo Kahlenberg (Jahrb. der Elektroch., VI, 156, 1899) in soluzione di piridina viene precipitato l'Ag dalle soluzioni del suo nitrato per mezzo di Mg, Zn, Cd, Tl, Pb, Cu. Il Hg precipita solo in parte, mentre Fe, Ni, Co, Al, Au e Pt non precipitano. In anilina Ag non viene precipitato da Sn, Sb, Bi ecc.

Una reazione fra i sali $Cd(NO_3)_2$ e $Ba(CNS)_2$, che nell'acqua conduce ad uno stato di equilibrio fra i quattro sali, va quantitativamente in acetone. Nelle soluzioni c'è tendenza alla formazione di sali doppi: così il $HgCl_2$ precipita, secondo Naumann, con H_2S in un sale $2HgS . HgCl_2$, quando il $HgCl_2$ è sciolto in acetone, benzonitrile ecc. Interessanti sono anche le reazioni in ammoniaca liquida, studiate da Franklin e Kraus (Amer. Chem. Journ., XXI, 1, 1899), che avvengono in modo analogo alle soluzioni acquose, con formazione di composti, contenenti anche ammoniaca di cristallizzazione.

Nei solventi diversi dall'acqua, come era naturale prevedere data l'esistenza dell'autoionizzazione del solvente, avvengono decomposizioni analoghe all'idrolisi nell'acqua; così si sono constatate nell'ammoniaca da Franklin e Kraus (loco citato), negli alcool da Ley (Zeit. für physik. Ch., XXX, 202, 1899) e Wislicenus (Berichte, XXXV, 539, 1902), nella formamide da Bruni e Manuelli (Zeit. für Elektroch., XI, 554, 1905) ecc.

Anche le proprietà fisiche delle soluzioni, quali il colore, il potere rifrangente, il potere rotatorio ecc. si possono considerare tanto nelle soluzioni non acquose, quanto nell'acqua, come proprietà addittive degli ioni. Non si tratta di rapporto quantitativo, ma, anche per queste proprietà, si tratta di parallelismo generale.

Da quanto ho esposto, e malgrado tutte le incertezze, noi possiamo concludere che non esiste nessuna differenza sostanziale tra le soluzioni acquose e quelle in solventi diversi dall'acqua. La teoria della dissociazione elettrolitica, modernamente intesa, vi è applicabile, purchè si tenga conto dei fenomeni secondari, che in queste soluzioni sono molto più complicati che nelle soluzioni acquose.

Lavoro eseguito nel Laboratorio di Elettrochimica del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.

Nuovo processo di disinfezione delle acque potabili.

Memoria II del Socio E. PATERNÒ e di M. CINGOLANI

presentata nella seduta del 17 febbraio 1907

Nei nn. 1 e 2 della Rivista d'Igiene e Sanità pubblica dello scorso anno, è pubblicata una Memoria *Sul potere microbicida dei sali di argento*, che vuole essere una critica del lavoro da noi presentato a questa Accademia nella tornata del 6 dicembre 1903, e che per il nome del prof. Di Vestea, nel cui Istituto sono state fatte le esperienze, ha attirato la nostra attenzione. Dalla lettura anche sommaria del lavoro ci siamo subito convinti che era ovvio mostrare come le conseguenze alle quali l'autore perviene fossero un poco troppo affrettate ed assolute, ma per un riguardo al prof. Di Vestea abbiamo voluto, prima di rispondere, raccogliere nuovo materiale sperimentale.

Prima di esporre il risultato delle nostre ricerche che confermano, come era da prevedere, i risultati da noi prima annunziati, ci si consenta, a guisa di esempio, di rilevare qualcuna delle osservazioni dell'autore, per mostrare come non sempre egli riesca preciso nelle sue affermazioni. Trascurando le inesattezze, come quella di attribuire al Guareschi il metodo di preparazione del fluoruro di argento, non possiamo a meno di accennare allo strano concetto dell'autore, che il fluoruro di argento adoperato dal Lazzaro sia diverso da quello adoperato dal Perez, il quale *sembra corrispondere al fluoruro idrato*. L'uno e l'altro invero hanno adoperato la soluzione di fluoruro di argento, e questa differenza di fluoruro *anidro* o *idrato* in una soluzione è per lo meno strana. Ma l'autore non era obbligato a conoscere la chimica, e però gli facciamo grazia di questa e di altre simili cose. Ma quando egli dice che il dott. Zappulla [1] impiegò il fluoruro di argento per la prima volta nella cura della *pustula maligna*, con *esito secondo lui felicissimo*, *ma purtroppo recisamente contradetto da successive ricerche sperimentali* (Inghilleri), allora non riesce più così facile scusare l'affermazione. L'Inghilleri [2] provò che gli animali, ai quali era stata inoculata una coltura virulenta di bacilli del carbonchio, non guariscono con le iniezioni di fluoruro di argento: niente più, niente meno di questo. Ma trarre da

[1] Zappulla, *Il fluoruro d'argento nella cura della pustula maligna*. Atti della R. Accademia delle Scienze mediche di Palermo, 1899.

[2] Inghilleri, *Ricerche sperimentali sul potere antisettico del tachiolo*. Arch. di farm. sperim. e scienze affini, Anno I, vol. I, fasc. 2°, 1902.

questi risultati la conseguenza che l'Inghilleri provò e per di più *recisamente* che la pustula maligna non è guarita dal fluoruro di argento, è cosa che a noi basta chiamare enorme. Secondo l'autore, si confonde la setticemia sperimentale con la pustula maligna, mentre tutti sanno la immensa differenza che corre fra le due forme morbose.

Difficile riesce discutere tutte le conclusioni dell'autore, perchè, a dire la verità, sono qua e là un poco disordinate e confuse, ma fermandoci per ora a quella, cui all'autore premeva di pervenire, cioè che il nitrato di argento sia fra tutti i sali il preferibile, perchè, a parità *di potere disinfettante* e di azione sui mezzi coi quali viene a contatto, è di prezzo di gran lunga il più basso, osserviamo che la parità di potere disinfettante fra fluoruro e nitrato di argento è a priori in contradizione con quanto si conosce sul potere disinfettante o microbicida delle varie sostanze minerali. Non ignoriamo le difficoltà sperimentali che s'incontrano quando si vuol stabilire il potere disinfettante relativo delle sostanze, anche quando si sperimenta sulla medesima coltura pura di uno stesso microrganismo, dapoichè difficilmente si ottengono risultati concordi con lo stesso antisettico, e le numerose ricerche sul potere battericida del sublimato, il più studiato degli agenti disinfettanti, mostrano quanta prudenza sia necessaria per dedurre delle conseguenze sicure; ma nel caso che discutiamo, ammettendo che il fluoruro ed il nitrato di argento sono ambedue dissociati in soluzione diluita, la parità di potere disinfettante può solo aversi a condizione che gli acidi fluoridrico e nitrico (o gli joni corrispondenti, che è lo stesso) abbiano pari potere disinfettante. E se così fosse il fluoruro di sodio ed il nitrato di sodio (il primo sterilizzante energico ed il secondo nutrimento dei microrganismi) dovrebbero avere la stessa parità di potere disinfettante. Ma ciò è semplicemente assurdo! Ecco perchè abbiamo detto in principio che il solo nome del Di Vestea ci ha consigliato a fare nuove esperienze. Ed un'altra cosa diremo ancora prima di venire alla parte sperimentale. Noi, nel lavoro del 1903, abbiamo rilevato un fatto *importantissimo e capitale*, che cioè l'acqua di una cisterna sterilizzata col tachiolo era rimasta sterile dal 13 maggio sin oltre il settembre dello stesso anno, ed abbiamo terminato la nostra Memoria con queste parole testuali: « Facendo astrazione per un momento dei grandi e varî vantaggi che il nostro processo presenta su quello della bollitura, del cloro, del bromo, dell'ozono, esso sarebbe a tutti gli altri preferibile per il fatto, messo in evidenza dal nostro lavoro, che mentre l'acqua sterilizzata con tutti gli altri processi è soggetta ad inquinarsi dopo poco tempo, col nostro processo l'acqua resta sterile per un tempo lunghissimo ».

Ora come si spiega che l'autore, volendo controllare il nostro lavoro, sia venuto alla conseguenza che il nitrato vale quanto il fluoruro senza aver sentito il bisogno di ripetere col nitrato di argento, al quale dà così facile prevalenza, delle esperienze in questo indirizzo? Preferiamo di non indagare la causa prima di questa lacuna, la cui gravità non può a nessuno sfuggire.

Ed ancora un'osservazione che sarà l'ultima. Ha letto l'autore il lavoro del dott. Perez? (1). Che fra il fluoruro ed il nitrato di argento esiste, indipendentemente dal potere battericida, una differenza notevolissima, nell'azione sopra i tessuti?

(1) G. Perez, *Sul potere antisettico del «tachiolo»* (*fluoruro d'argento*). Policlinico, vol. IX-C, 1902.

*
* *

Ciò premesso, tenteremo di riassumere in brevi parole le esperienze dell'autore tralasciando gli apprezzamenti e le conclusioni che non derivano direttamente dalle esperienze, e esporremo in seguito i risultati delle nostre esperienze.

L'autore ha fatto prima di tutto esperienze comparative dell'azione battericida del tachiolo in confronto al nitrato di argento (pag. 12) nell'acqua distillata, sopra colture di differenti microrganismi ed ha trovato p. es. « che il *tachiolo nella proporzione di 1:500.000* diminuisce grandemente il numero dei germi viventi in una diluizione di B. coli in acqua distillata in 5^m, e la rende *affatto sterile in 30*^{m}, non risultando apprezzabile nessuna influenza della dimora del liquido alla luce o all'oscuro. Con un altro esperimento si confermano in tutto e per tutto i risultati del precedente, e si estendono al *nitrato di argento* che appare comportarsi *presso a poco* come il tachiolo », dove quel *presso a poco* serve a significare che mentre col tachiolo si ha la completa sterilizzazione dopo 30^m, col nitrato di argento bisogna attendere 1 ora. E l'autore anzi trova che l'azione battericida si estende alle diluizioni di 1 : 1.000.000 e si manifesta anche per diluizioni di 1 per 10 milioni!

Risultati analoghi ottiene con lo staffilococco piogeno aureo, col vibrione del colera, col bacillo sottile non sporificato e conclude che si può *ritenere sicura* la sterilizzazione dell'acqua *distillata* in rapporto con le forme vegetanti anche più resistenti per contatto di 6 ore con tachiolo... ad $\frac{1}{500.000}$. Tutto ciò è la più brillante conferma delle nostre esperienze, che dal fatto ottenuto dall'autore, che anche il nitrato di argento si comporta similmente, non vengono contradette.

Nella seconda parte del lavoro l'autore sostiene che basta sostituire all'acqua distillata un'acqua di pozzo non eccessivamente mineralizzata, con un contenuto in cloro nei limiti ordinariamente ammessi per le buone acque potabili e non molto ricca di sostanza organica, perchè l'azione disinfettante dei sali di argento risulti grandemente diminuita. Nè noi crediamo di contestare il fatto nei termini generali; solo osserveremo che dai risultati delle esperienze IX e X risulta sempre una maggiore efficacia, per quanto piccola, del tachiolo relativamente al nitrato di argento, e che non crediamo di discutere le esperienze con l'aggiunta del 2 per 1000 di ammoniaca, che l'autore crede non aver altra influenza che quella di peggiorare i caratteri organolettici dell' acqua, o quelle con acqua minerale con un residuo secco a 100° di gr. 8,104 perchè noi non ci occupiamo che di acque potabili, e prendiamo invece volentieri atto della conclusione che la presenza di sali minerali nell'acqua ritarda solamente la sterilizzazione, la quale con un'acqua di pozzo con residuo di gr. 0,45 per litro invece di essere completa in 30^m, lo è in 6 ore, come prendiamo atto con la stessa compiacenza che l'aggiunta all'acqua di 1 per 100 di orina o del 10 % di brodo non fa che ritardare la sterilizzazione, la quale si ha però completa dopo varie ore con tachiolo della diluizione $\frac{1}{500.000}$. Non

seguiremo nemmeno l'autore nello studio di altri sali di argento, perchè in nessuno di essi riconosce potere battericida superiore o eguale al tachiolo (ed al nitrato), nè tampoco ci occuperemo della sua credenza che il nitrato ed il fluoruro abbiano presso a poco lo stesso peso equivalente, e che perciò le soluzioni ad egual titolo (percentuale) completamente dissociate *si presentano presso a poco identiche dal punto di vista della concentrazione dell' ione di* Ag (pag. 48), perchè, voglia o non voglia l'autore, il fatto è che le soluzioni alla stessa concentrazione di fluoruro e di nitrato di argento contengono rispettivamente l'argento nel rapporto di 1 : 1,33, ed i pesi molecolari delle due sostanze (l'a. li chiama equivalenti) non sono come egli dice 163 e 170, ma 127 e 170.

Nè altre parole spenderemo per confutare l'asserzione dell'a. sui pericoli che può presentare l' uso di piccole dosi di fluoruro di argento, tanto più che le stesse sue esperienze provano il contrario; nè ci preoccupiamo del fatto che egli afferma che la dose minima mortale di tachiolo è di gr. 0,007 per Kg. di animale, mentre quella del nitrato di argento è di gr. 0,008. Tali differenze si può avere il piacere di affermarle, ma il provarle è difficile assai!

Da tutto quanto abbiamo esposto ci sembra possa concludersi che in fondo l'autore non fa che confermare pienamente i risultati da noi ottenuti, e che se in qualche punto fa dei tentativi per sollevare dubbî sull'efficacia del nostro processo di disinfezione delle acque potabili, non è felice nel dimostrarlo, e deve contentarsi come *ultima ratio* di affermare che è preferibile il nitrato di argento *perchè di prezzo di gran lunga più basso* (80 lire il chilogrammo invece di 300, secondo il catalogo Erba).

Le nostre esperienze adunque non potevano avere altro scopo che quello di provare se veramente la sostituzione del nitrato di argento al tachiolo possa farsi senza altra conseguenza che quella di ottenere una notevole economia. E ciò dal doppio punto di vista:

1°. Dell'efficacia dell'azione battericida.

2°. Della durata della sterilizzazione una volta conseguita.

Ma prima ancora di dare i risultati delle nostre esperienze è bene intenderci una volta sull'efficacia che possono avere i diversi sali di uno stesso metallo.

Un lavoro recente del dott. D' Anna sull' influenza del radicale acido nel potere disinfettante di alcuni sali metallici [1], tende a provare che l'azione di un sale sull'organismo dipenda esclusivamente dal metallo, ed alle stesse conseguenze arriva oggi il nostro autore sull'azione battericida dei sali di argento (nitrato, fluoruro, cromato, permanganato). Ora questo è, come abbiamo detto, un assurdo, perchè nessuno può mettere in dubbio che i diversi acidi hanno un'azione diversa, e che p. es. l'acido fluoridrico è un battericida enormemente più potente dell'acido carbonico. L'azione adunque di un sale deve essere per assioma, poichè i sali nelle soluzioni diluite sono dissociati in ioni, la somma della potenza dei due ioni. Può l'azione dei diversi sali di uno stesso metallo, o dei diversi sali di un medesimo acido, in *soluzioni equimolecolari*, essere identica rispetto ad un dato organismo qualunque

[1] Arch. di farm. sperim. e scienze affini. Anno III, vol. III, fasc. IV.

esso sia, solo nei casi in cui un solo degli ioni sia attivo, e l'altro sia privo di qualsiasi azione. Un organismo ipotetico che non risenta alcuna influenza dei metalli sarà egualmente influenzato da quantità equivalenti di tutti i sali di un dato acido, oppure un organismo che non senta alcuna influenza per l'azione dei varî acidi sarà egualmente influenzato da tutti i sali di uno stesso metallo. Ciò non ha bisogno di dimostrazione. Ma vi ha un'altra condizione che può apparentemente essere in contradizione con quanto affermiamo; supponiamo il caso di un metallo attivissimo rispetto ad un dato organismo, e che si studî l'azione di diversi sali di questo metallo ad una tale diluizione in cui gli acidi rispettivi non esercitino più azione alcuna su quell'organismo: è evidente allora che l'organismo non sentirà che l'influenza del solo metallo, ed allora con qualsiasi dei sali adoperati in quantità equimolecolare si avrà la stessa azione. Ma anche questo caso si riduce al primo. Ciò premesso, noi, per avere una controprova dell'efficacia relativa del fluoruro e del nitrato di argento, abbiamo studiato gli acidi fluoridrico e nitrico liberi.

Non ci resta ora che ad esporre il metodo da noi seguìto nelle nostre ricerche, ed i risultati di esse. E prima di tutto diremo che a garanzia dell'attendibilità delle nostre esperienze abbiamo sempre nelle nostre prove adoperati diversi cc. di soluzione, essendo ormai concordemente riconosciuto che operando con piccole quantità non sempre i risultati sono attendibili.

Infatti molti sperimentatori, e primi tra essi lo Schüder [1] e l'Engels [2], affermano che nelle ricerche sulla disinfezione di acque inquinate per poter ottenere risultati veramente sicuri è necessario mettere in coltura, in agar o in gelatina, una quantità piuttosto grande dell'acqua disinfettata (almeno 5 cc.) ed anche di usare un metodo così detto di *accrescimento*, adatto al batterio sul quale si opera, aggiungendo a tutta l'acqua disinfettata o ad una gran parte di essa una certa quantità di soluzione all'1 % di peptone e cloruro sodico sterilizzata, e tenere il liquido in termostato a 37° per un tempo conveniente: e dopo di ciò fare da esso le colture in agar o gelatina.

In tutte le nostre esperienze abbiamo adunque proceduto nel modo seguente:

Si preparava una coltura per strisciamento su agar di *bact. coli* o di *bac. sottile* isolati di recente; l'agar, solidificato a becco di flauto, era di preparazione non molto recente e quindi completamente privo di acqua di condensazione: e ciò per evitare possibili inquinamenti nello staccare la patina colturale. La coltura così preparata veniva tenuta in termostato a 36° per 18 ore; quando invece si voleva sperimentare con le spore del *bac. sottile*, si usavano colture di tale microrganismo preparate da 6-10 giorni. Per mezzo di una spatolina di platino, sterilizzata alla fiamma, si asportava accuratamente e superficialmente una parte della patina colturale, evitando di trasportare la benchè minima particella di agar; tale patina veniva delicatamente emulsionata, in un piccolo mortaio sterilizzato, con 10 cc. di acqua distillata e sterilizzata, e l'emulsione, resa il più possibile uniforme, veniva aggiunta a 100 cc. di acqua distillata e sterilizzata, la quale, dopo esser stata ripetutamente

(1) Zeitschr. fur Hyg. und Infektionskr., Bd. XXXIX, fasc. 3°, pp. 379-403.
(2) Centralblat f. Bakter., Bd. XXXI. 1902, pag. 651.

agitata, veniva filtrata traverso ovatta sterile in un palloncino pure sterilizzato, e ciò per togliere i piccoli grumi di coltura che eventualmente fossero rimasti e rendere la sospensione dei germi nell'acqua la più uniforme ed omogenea possibile: con una pipetta sterilizzata si aggiungevano 3 goccie di tale acqua inquinata in tre palloni contenenti ciascuno, secondo i casi, 150 cc. di acqua distillata, oppure 150 cc. di acqua Marcia o di acqua Felice; tali palloni, con l'acqua in essi contenuta, chiusi con tappi di ovatta erano stati precedentemente sterilizzati nell'autoclave a 110° per mezz'ora. Quindi mediante una buretta si aggiungeva in uno dei palloni la quantità di soluzione 1:10000 di fluoruro d'argento necessaria per avere nel liquido del pallone la soluzione di Fl Ag del titolo voluto: nel secondo pallone si aggiungevano altrettanti cc. di soluzione 1:10000 di nitrato d'argento; nel terzo infine un egual numero di cc. di acqua distillata e sterilizzata: il liquido di quest' ultimo pallone serviva per controllo: i palloni, chiusi con i rispettivi tappi di ovatta, dopo agitati ripetutamente, venivano lasciati alla luce, e dopo 10, 15, 30 minuti, 1, 2 ore dall'aggiunta del disinfettante, venivano prelevati da ciascun pallone, servendosi per ogni campione di pipette sterilizzate e distinte, campioni di 5 cc., esattamente misurati, del liquido, che venivano posti in grandi scatole del Petri sterilizzate, nelle quali si versava subito dell'agar sterile oppure della gelatina: le colture a piatto così preparate venivano poste in termostato a 36° (quelle in gelatina a temperatura conveniente). La prima lettura o *conta* delle colonie sviluppatesi si faceva dopo 2 giorni e la seconda dopo 4; se le piastre risultavano sterili venivano tenute per altri 3-5 giorni ancora in termostato. Dell'acqua di *controllo*, ossia di quella del terzo pallone, alla quale non era stato aggiunto alcun disinfettante, si prelevavano campioni solamente dopo 10 minuti e dopo 2 ore, sempre però di 5 cc. con i quali si facevano nello stesso modo colture a piatto, che erano tenute in termostato come le altre.

Dopo 2 ore dall'aggiunta del disinfettante, si aspiravano 50 cc. del liquido da ciascuno dei due palloni nei quali all'acqua era stato aggiunto il disinfettante (Fl Ag o NO^3 Ag) servendosi per ognuno di essi di una pipetta distinta da 50 cc. e sterilizzata a 160°, e si versavano in due altri palloncini contenenti ciascuno 100 cc. di soluzione 1 °/₀ di peptone e cloruro di sodio, precedentemente preparati, chiusi con tappo di ovatta e sterilizzati nell'autoclave a 110° per mezz'ora: questi palloncini erano poi mantenuti in termostato a 36°. Questa ricerca veniva eseguita per mettere in coltura una quantità grande del liquido disinfettato e ciò per assodare in modo certo e indiscutibile se esso fosse effettivamente sterile: poichè con tale procedimento, detto di *accrescimento* o di *arricchimento*, usando tutte le cautele dell'asepsi, anche se un solo germe fosse sfuggito all'azione del disinfettante, la soluzione di peptone e cloruro sodico rappresentava un sostrato di coltura favorevole al suo sviluppo, e così riesciva facile dopo qualche giorno dimostrare l'inquinamento del liquido, oltre che per il suo intorbidamento, anche con l'esame colturale e microscopico di esso, ossia con i passaggi in agar e in brodo risultanti positivi e con preparati colorati o a goccia pendente. Se invece dopo 8-10 giorni, sempre mantenuta in termostato, la soluzione di peptone e cloruro sodico, cui erano stati aggiunti 50 cc. dell'acqua disinfettata, rimaneva perfettamente limpida e i passaggi da essa in brodo e in agar si

manifestavano sterili, era evidente che i 50 cc. di acqua aggiunta non contenevano germi, ossia l'acqua stessa era del tutto sterile. Nel caso poi che la soluzione di peptone risultasse *inquinata*, si aveva sempre cura di assodare, mercè ricerche colturali e microscopiche, che l'inquinamento era dovuto allo sviluppo del microrganismo con il quale si operava e non ad altri germi, che eventualmente fossero potuti intervenire nel travasamento del liquido: avverandosi un tale caso o nei casi dubbi, si ripeteva l'esperienza. I detti palloncini erano mantenuti in termostato a 36° sino a che non si constatava che il liquido in essi contenuto era inquinato: quando risultava sterile, vi si tenevano sino a 10 giorni.

Inoltre sull'acqua residuale dei primi palloni, ossia di quelli in cui all'acqua inquinata si era fatta l'aggiunta del disinfettante, veniva eseguita un'altra ricerca. Il giorno successivo a quello in cui era stata fatta tale aggiunta, ai detti palloni si toglieva il tappo di ovatta sostituendolo, per difenderli contro gli inquinamenti più grossolani della polvere, con un piccolo pezzo di carta semplicemente posato sul loro orificio; e i palloni stessi erano lasciati nell'ambiente, così aperti ed esposti alla luce; dopo 10 giorni si prelevavano da ciascun pallone, sempre con pipette sterilizzate e distinte per ognuno di essi, campioni di 5 cc. del liquido, con i quali si facevano nel modo già descritto colture a piatto su agar o gelatina in scatole grandi del Petri sterilizzate, che venivano tenute in termostato a 36° sino ad 8-10 giorni, quando risultavano sterili, altrimenti la *conta* delle colonie, eventualmente sviluppate, veniva eseguita al solito dopo 2 e 4 giorni. Dopo di ciò al liquido residuale nel pallone venivano aggiunti per mezzo di una pipetta sterilizzata cc. 50 di soluzione al 2 % di peptone e cloruro sodico, precedentemente sterilizzata, e così si eseguiva anche in questa ultima ricerca il *metodo di accrescimento* già descritto, mantenendo poi i palloni, debitamente chiusi con tappi di ovatta sterile in termostato a 36° ed eseguendo tutte le altre ricerche già riferite.

I risultati delle nostre esperienze sono riassunti nei quadri seguenti.

I quadri I e II comprendono i risultati delle esperienze comparative fra acido nitrico ed acido fluoridrico. Quelli III e IV le prove dell'azione comparativa del fluoruro e del nitrato di argento alla stessa percentuale con acqua distillata, acqua Marcia ed acqua Felice, a diversa concentrazione (1:200.000 ed 1:400.000). Il quadro V esperienze analoghe con acqua aggiunta di cloruro di sodio. I quadri VI, VII, VIII e IX le esperienze con soluzioni equimolecolari di fluoruro e di nitrato di argento.

Finalmente il quadro X contiene le esperienze che servono a provare la durata dello stato sterile non solo pel fluoruro rispetto al nitrato di argento, ma anche rispetto ad altri sali di argento quali il clorato, il solfato ed il fluosilicato.

QUADRO I.

Acido fluoridrico e acido nitrico: soluzioni 1:300, 1:600, 1:1000, 1:5000 in acqua distillata sterilizzata, con aggiunta di *Bact. coli* da colt. su agar di 18 ore. — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. del liquido (medie). — Acqua di controllo: colonie 4875-8140.

Durata del contatto	ACIDO FLUORIDRICO								ACIDO NITRICO							
	soluzione 1:300		soluzione 1:600		soluzione 1:1000		soluzione 1:5000		soluzione 1:300		soluzione 1:600		soluzione 1:1000		soluzione 1:5000	
	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni
15 minuti	0	0	10	12	95	122	1224	1392	0	3	15	17	118	204	1925	2431
30 »	0	0	2	2	12	21	149	163	0	5	12	17	19	21	1085	1262
1 ora	0	0	0	0	0	0	17	25	0	0	10	10	16	19	39	48
2 »	0	0	0	0	0	0	12	16	0	0	0	0	0	1	19	21
Proc. d'accrescimento (50 cc. del liq. in 100 cc. soluzione 1 °/₀ peptone e Cl Na)	sterile		sterile		sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)		sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)	
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	5 (*muffe*)	7	0	4	37	46	0	0	4 (*muffe*)	8	6	6	39	51
Proc. d'accrescimento (aggiunta di cc. 50 soluzione 2 °/₀ peptone e Cl Na)	sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe*, ecc.)		inquinato (*muffe*, *sarcine*, ecc.)		inquinato (*muffe*, *sarcine*, ecc.)		sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe*, ecc.)		inquinato (*muffe*, *sarcine*, ecc.)		inquinato (*muffe*, *sarcine*, ecc.)	

QUADRO II.

Acido fluoridrico e acido nitrico: soluzioni 1:500, 1:1000, 1:5000 in acqua Marcia sterilizzata, con aggiunta di *Bact. coli* da colt. su agar di 18 ore. — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. di liquido (medie). — Acqua di controllo: colonie 5064-7389.

DURATA DEL CONTATTO	ACIDO FLUORIDRICO						ACIDO NITRICO					
	soluzione 1:500		soluzione 1:1000		soluzione 1:5000		soluzione 1:500		soluzione 1:1000		soluzione 1:5000	
	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni
15 minuti	12	15	216	247	1172	1835	17	25	392	457	1945	2810
30 "	0	0	111	152	793	904	5	15	154	192	1792	1916
1 ora	0	0	23	31	130	133	0	0	69	102	315	349
2 "	0	0	0	0	22	27	0	0	6	6	297	321
Proc. d' accrescimento (50 cc. del liquido in 100 cc. di soluz. 1 °/₀ di peptone e Cl Na)	sterile		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)	
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	1 (*muffa*)	6	9	45	52	11	15	8	15	304	342
Proc. d' accrescimento (aggiunta di 50 cc. di soluz. 2 °/₀ di peptone e Cl Na)	inquinato (*muffe*)		inquinato (*muffe, sarcine, Bact. coli*).		inquinato (*Bact. coli, muffe, sarcine*, ecc.)		inquinato (*muffe, sarcine*, ecc.)		inquinato (*Bact. coli, muffe, sarcine*, ecc.)		inquinato (*Bact. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	

Quadro III.

Fluoruro d'argento e nitrato d'argento: soluzione 1:200000 in acqua distillata, in acqua Marcia, in acqua Felice sterilizzate, con aggiunta di *Bacterium coli* da colt. su agar di 18 ore. — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. di liquido (medie).

Durata del contatto	In acqua distillata						In acqua Marcia						In acqua Felice					
	Fl Ag 1:200000		NO^3Ag 1:200000		Acqua di controllo		Fl Ag 1:200000		NO^3Ag 1:200000		Acqua di controllo		Fl Ag 1:200000		NO^3Ag 1:200000		Acqua di controllo	
	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni
10 minuti	3	3	24	32			2	2	27	39			15	25	88	140		
15 "	0	1	18	30			0	2	18	25			2	3	45	53		
30 "	0	0	5	7	15760	21840	0	0	9	11	11740	14380	0	0 — 1	32	48	19760	25245
1 ora	0	0	1	3			0	0	2	3			0	0	27	36		
2 "	0	0	0	0			0	0	0	0 — 1			0	0	7	11		
Proc. d'accrescimento (50 cc. del liq. in 100 cc. soluz. 1 % peptone e ClNa)	sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)				sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)				sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)			
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	0	1 (*muffa*)			0	0	2	2			0	0	12	12		
									(*muffe*)						(*Bact. coli, muffe, sarcine*)			
Proc. d'accrescimento (aggiunta di 50 cc. soluz. 2 % peptone e NaCl)	sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe*)				sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe*)				sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli, muffe, sarcine,* ecc.)			

Quadro IV.

Fluoruro d'argento e nitrato d'argento: soluzione 1:400000 in acqua distillata, in acqua Marcia, in acqua Felice sterilizzate, con aggiunta di *Bacterium coli* da colt. su agar di 18 ore. — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. del liquido (medie).

Durata del contatto	In acqua distillata						In acqua Marcia						In acqua Felice					
	FlAg 1:400000		NO^3Ag 1:400000		Acqua di controllo		FlAg 1:400000		NO^3Ag 1:400000		Acqua di controllo		FlAg 1:400000		NO^3Ag 1:400000		Acqua di controllo	
	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni
10 minuti	26	32	43	58			45	59	69	84			30	35	97	124		
15 »	11	16	22	37			28	41	42	53			12	15	62	92		
30' »	2	5	12	17	11240	14475	9	16	27	39	9732	12170	2	7	17	31	12940	16710
1 ora	0	0 — 1	8	12			0	3	15	19			0	0	12	28		
2 »	0	0	0	0 — 1			0	0	0	0 — 2			0	0	10	21		
Proc. d'accrescimento (50 cc. di liq. in 100 cc. soluz. 1 °/₀ di peptone e Cl Na)	sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)				inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)				sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)			
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	5	5			0	0	16	18			0	0	22	35		
			(*muffe*, *sarcine*, ecc.)						(*Bact. coli*, *muffe*, *sarcine*, ecc.)						(*Bact. coli*, *muffe*, *sarcine*, ecc.)			
Proc. d'accrescimento (aggiunta di 50 cc. soluz. 2 °/₀ peptone e Na Cl)	sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe*, *sarcine*, ecc.)				sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*, *muffe*, *sarcine*, ecc.)				sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*, *muffe*, *sarcine*, ecc.)			

Quadro V.

Fluoruro d'argento e nitrato d'argento: soluzione 1:250000 in acqua sterilizzata addizionata dell' 1 °/₀₀ di *cloruro sodico* e con aggiunta di *Bact. coli* da colt. su agar di 18 ore. — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. del liquido (medie). — Acqua di controllo: colonie 35870-41960.

Durata del contatto	Acqua distillata + 1 °/₀₀ di cloruro sodico				Acqua marcia + 1 °/₀₀ di cloruro sodico			
	Fl Ag 1:250000		NO^3Ag 1:250000		Fl Ag 1:250000		NO^3Ag 1:250000	
	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni
15 minuti	31	39	105	180	82	97	196	273
30 »	12	26	54	76	38	42	129	187
1 ora	0	0	15	18	0	0 — 1	11	31
2 »	0	0	0	3	0	0	3	5
Proc. d'accrescimento (50 cc. di liquido in 100 cc. soluzione 1 °/₀ di peptone e Cl Na)	sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)	
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	75	92	0	0	12	17
Proc. d'accrescimento (aggiunta di 50 cc. soluzione 2 °/₀ di peptone e Cl Na)	sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe*, *sarcine*, ecc.)		sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*, *muffe*, *sarcine*, ecc.)	

Quadro VI.

Fluoruro d'argento e nitrato d'argento: soluzione $^{N}/_{25000}$ in acqua Marcia sterilizzata, con aggiunta di *Bact. coli* da colt. su agar di 18 ore. — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. del liquido (medie). — Acqua di controllo: colonie 21970-23290.

Durata del contatto	FlAg soluz. $^{N}/_{25000}$		NO^3Ag soluz. $^{N}/_{25000}$	
	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni
10 minuti	0	0	3	3
30 »	0	0	0	0
1 ora	0	0	0	0
2 »	0	0	0	0
Proc. d'accrescimento (50 cc. di liquido in 100 cc. soluzione 1 % di peptone e ClNa)	sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)	
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	4	5
			(*muffe*)	
Proc. d'accrescimento (aggiunta di 50 cc. soluzione 2 % di peptone e NaCl)	sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe, sarcine,* ecc.)	

QUADRO VII.

Fluoruro d'argento e nitrato d'argento: soluzione $^{N}/_{50000}$ in acqua distillata, in acqua Marcia, in acqua Felice sterilizzate, con aggiunta di *Bact. coli* da colt. su agar di 18 ore. — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. di liquido (medie). — Acqua di controllo: colonie 16870-19150.

DURATA DEL CONTATTO	IN ACQUA DISTILLATA				IN ACQUA MARCIA				IN ACQUA FELICE			
	FlAg soluzione $^{N}/_{50000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{50000}$		FlAg soluzione $^{N}/_{50000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{50000}$		FlAg soluzione $^{N}/_{50000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{50000}$	
	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni	dopo 2 giorni	dopo 4 giorni
15 minuti	4	4	12	13	6	6	17	19	60	65	169	192
1 ora	1	1	5	5	0	0	5	7	0	0	15	20
2 »	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	9
Proc. d' accrescimento (50 cc. di liquido in 100 cc. soluzione 1 °/₀ di peptone e ClNa)	sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)		inquinato (*Bact. coli*)	
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	5	9	0	0	7	11	0	0	15	21
Proc. d' accrescimento (aggiunta di 50 cc. soluzione 2 °/₀ peptone e cloruro sodico)	sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe, sarcine*, ecc.)		sterile (10 giorni)		inquinato (*muffe, sarcine*, ecc.)		sterile (10 giorni)		inquinato (*Bact. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	

Quadro VIII.

Fluoruro d'argento e nitrato d'argento: soluzione $^{N}/_{5000}$ in acqua distillata e in acqua Marcia sterilizzate, con aggiunta di *Bac. sottile* da colt. su agar di 10 giorni (*spore*). — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. di liquido (medie). — Acqua di controllo: colonie 11920 (dopo 2 giorni), 19640 (dopo 5 giorni).

Durata del contatto	In acqua distillata				In acqua Marcia			
	FlAg soluzione $^{N}/_{5000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{5000}$		FlAg soluzione $^{N}/_{5000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{5000}$	
	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni
10 minuti	0	0	3	5	0	0	0	5
1 ora	0	0	0	0 — 1	0	0	0	0
2 »	0	0	0	0	0	0	0	0
Proc. d'accrescimento (50 cc. di liquido in 100 cc. soluzione 1 % di peptone e ClNa)	sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)	
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	0	0	0	0	0	0
Proc. d'accrescimento (aggiunta di 50 cc. soluzione 2 % di peptone e ClNa)	sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)		sterile (10 giorni)	

Quadro IX.

Fluoruro d'argento e nitrato d'argento: soluzione $^{N}/_{10000}$ in acqua distillata, in acqua Marcia, in acqua Felice sterilizzate, con aggiunta di *Bac. sottile* da coltura su agar di 10 giorni (*spore*). — Numero delle colonie sviluppate da 5 cc. di liquido (medie). — Acqua di controllo: colonie 7417 (dopo 2 giorni), 15390 (dopo 5 giorni).

Durata del contatto	In acqua distillata				In acqua Marcia				In acqua Felice			
	Fl Ag soluzione $^{N}/_{10000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{10000}$		Fl Ag soluzione $^{N}/_{10000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{10000}$		Fl Ag soluzione $^{N}/_{10000}$		NO^3Ag soluzione $^{N}/_{10000}$	
	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni	dopo 2 giorni	dopo 5 giorni
15 minuti	3	5	5	15	1	5	47	81	0	15	0	23
1 ora	0	1	0	12	0	3	10	19	0	8	0	14
2 »	0	0	0	0	0	0	5	9	0	0	0	3
Proc. d'accrescimento (50 cc. di liquido in 100 cc. soluzione 1 °/₀ di peptone e ClNa)	sterile (10 giorni)		inquinato (*Bac. sottile*)		inquinato (*Bac. sottile*)		inquinato (*Bac. sottile*)		inquinato (*Bac. sottile*)		inquinato (*Bac. sottile*)	
Lasciata a sè nell'ambiente per 10 giorni	0	0	0	0	0	0	4 (*Bac. sottile*)	10	0	0	1 (*Bac. sottile*)	7
Proc. d'accrescimento (aggiunta di 50 cc. soluz. 2 °/₀ di peptone e ClNa)	sterile (10 giorni)		inquinato (*Bac. sottile*)		inquinato (*Bac. sottile*)		inquinato (*Bac. sottile*)		sterile (10 giorni)		inquinato (*Bac. sottile*)	

QUADRO X.

Ricerche comparative sulla durata della disinfezione nelle soluzioni 1:400000 di varî sali di argento in acqua distillata e in acqua Marcia sterilizzate e con aggiunta di *Bact. coli* (da colt. di 18 ore). I recipienti furono lasciati nell'ambiente, alla luce e aperti, come già si è detto; tutte le colture a piatto su agar sono state fatte sempre con 5 cc. di acqua ognuna.

		dopo 1/2 ora	dopo 2 ore	dopo 8 giorni	dopo 14 giorni	dopo 18 giorni	dopo 24 giorni	dopo 28 giorni	dopo 34 giorni
Fluoruro d'Ag. soluzione 1:400000	Acqua distillata	15 colonie (*Bact. coli*)	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile
	Acqua Marcia	19 col. (*Bact. coli*)	3 col. (*Bact. coli*)	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile
Solfato d'Ag. soluzione 1:400000	Acqua distillata	45 col. (*Bact. coli*)	13 col. (*Bact. coli*)	4 col. (*Bact. coli*)	0 col.	21 col. (*muffe, sarcine*, ecc.)	—	—	—
	Acqua Marcia	109 col. (*Bact. coli*)	19 col. (*Bact. coli*)	6 col. (*Bact. coli*)	16 col. (*B. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	76 col. (*muffe, sarcine*, ecc.)	—	—	—
Fluosilicato d'Ag. soluzione 1:400000	Acqua distillata	3 col. (*Bact. coli*)	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile	sterile
	Acqua Marcia	121 col. (*Bact. coli*)	10 col. (*Bact. coli*)	sterile	1 col. (*muffa*)	12 col. (*muffe, sarcine*, ecc.)	29 col. (*muffe, sarcine*, ecc.)	—	—
Clorato d'Ag. soluzione 1:400000	Acqua distillata	78 col. (*Bact. coli*)	54 col. (*Bact. coli*)	124 col., (*B. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	—	—	—	—	—
	Acqua Marcia	145 col. (*Bact. coli*)	96 col. (*Bact. coli*)	102 col., (*B. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	—	—	—	—	—
Nitrato d'Ag. soluzione 1:400000	Acqua distillata	97 col. (*Bact. coli*)	3 col. (*Bact. coli*)	32 col., (*B. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	—	—	—	—	—
	Acqua Marcia	88 col. (*Bact. coli*)	7 col. (*Bact. coli*)	47 col., (*B. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	—	—	—	—	—
Acqua di controllo	Acqua distillata	16740 col. (*Bact. coli*)	—	(*Bact. coli, muffe, sarcine*, ecc.)	(poche col. *B. coli; muffe, sarcine*, ecc.)	(*muffe, sarcine*, ecc.)	(*muffe, sarcine*, ecc.)	(*muffe; sarcine*, ecc.)	(*muffe, sarcine*, ecc.)
	Acqua Marcia	12930 col. (*Bact. coli*)	—	"	"	"	"	"	"

Da queste esperienze risulta evidente:

I. Che l'acido fluoridrico ha un'azione battericida superiore notevolmente a quella dell'acido nitrico, sia nell'acqua distillata che nell'acqua Marcia, anche alla diluizione di $\frac{1}{10.000}$.

II. Che il fluoruro di argento alla stessa percentuale (1:200.000 ed 1:400.000) ha un potere battericida superiore al nitrato nell'acqua distillata, nell'acqua Marcia, nell'acqua Felice, e nell'acqua aggiunta di 1 gr. per litro di cloruro sodico, e che la stessa superiorità manifesta in soluzione equimolecolare.

III. Che l'acqua sterilizzata col nitrato di argento, lasciata esposta all'aria, dopo pochissimi giorni torna ad inquinarsi, mentre quella sterilizzata col fluoruro rimane sterile, e tutt'ora dopo 72 giorni, mentre si stampa questa Memoria, essa si conserva sterile.

Ed ora poche considerazioni. Il nostro processo per la sterilizzazione delle acque potabili dai lavori di Biancotti [1], di Paladino-Blandini [2], di Foà e Corsini, e da quello che abbiamo analizzato in questa Memoria, ha ricevuto nei fatti le maggiori possibili conferme, e se qualche riserva è stata sollevata non ha importanza, perchè nessuno ha mai pensato ch'esso potesse servire alla sterilizzazione delle acque luride, o minerali o delle secrezioni animali, ma è stato soltanto proposto da noi per le acque potabili. Chè se nelle acque potabili molto ricche in sali o in sostanza organica, oltre i limiti consentiti, deve ricorrersi all'impiego del tachiolo ad una concentrazione un poco maggiore (1:200.000), ciò non toglie nulla alla praticità ed alla sicurezza del metodo, che ha, sopra tutti gli altri, innumerevoli vantaggi e più di tutto quello di permettere di conservare l'acqua lungamente sterile.

Ciò è il risultato non solo delle nostre esperienze, ma di tutte le estese conoscenze che ormai si hanno sul tachiolo, derivate esse da ricerche di laboratorio, o da esperienze cliniche.

Il dott. Perez [3], al quale si deve uno studio interessantissimo sul tachiolo, ha provato che il fluoruro d'argento ha un potere di penetrazione nei tessuti organici maggiore che il nitrato; a tale riguardo egli ha eseguito esperienze comparative sul fluoruro d'argento, sul nitrato d'argento e sul sublimato. Ha preparato dei cubetti di volume presso a poco uguale (1 cc.) di sostanza organica, e precisamente di fegato, di reni e di muscoli di animali e li ha immersi in grosse provette contenenti soluzioni all' 1 ‰ e all' 1 % di dette sostanze. Cubetti analoghi, prima di venire sottoposti al detto trattamento, egli ha inquinati mercè colture di stafilococco aureo, di coli, tenendoli per 36-48 ore immersi in colture in brodo di tali microrganismi. I tagli microscopici hanno fatto constatare la presenza dei germi anche nelle parti

(1) Biancotti, *Il tachiolo in rapporto all'igiene,* Riv. d'igiene e sanità pubblica, anno XV, 1904.

(2) A. Paladino-Blandini, *Il tachiolo nella depurazione delle acque da servire ad uso potabile,* Giorn. internaz. delle sc. med., anno XXVI, 1904.

(3) Lavoro già citato.

centrali. Altri cubetti sono stati da lui ricavati da organi di cavie morte per infezione carbonchiosa. Egli ha constatato che dopo 24 ore i cubetti tenuti in fluoruro si presentano completamente imbibiti da tale liquido, sono lievemente imbianchiti e poco induriti e raggrinzati, mentre i cubetti tenuti in sublimato non sono imbibiti completamente che dopo 28-30 ore, e quelli in nitrato d'argento non lo sono che dopo 36 ore, presentandosi imbianchiti, induriti e raggrinzati. Inoltre praticando dopo 24 ore degli innesti dalle parti centrali dei cubetti precedentemente infettati e tenuti in soluzione di fluoruro d'argento all' 1 °/₀₀ essi sono riusciti costantemente sterili, mentre gli innesti prelevati dopo lo stesso periodo di tempo dalle parti centrali dei cubetti tenuti in soluzione 1 °/₀₀ di sublimato hanno dato risultati incostanti, e quasi sempre positivi quelli eseguiti dal centro dei cubetti tenuti per 24 ore in nitrato d'argento all' 1 °/₀₀. E il dott. Perez conclude « che i risultati ricavati da tale gruppo di ricerche ci dimostrano che il fluoruro d'argento, coagulando meno del nitrato d'argento e del sublimato l'albumina, ha *un potere di penetrazione nei tessuti maggiore che le altre due sostanze e che anche nell'intimità dei tessuti esso conserva la sua azione antisettica.* In conferma di ciò rammenterò il comportamento del detto preparato sui microrganismi contenuti, oltre che negli organi animali infetti, in altri liquidi organici, e precisamente nel sangue di cavie carbonchiose, dove l'azione del sublimato si mostra pochissimo efficace e quella del nitrato d'argento sempre meno energica di quella esercitata dal fluoruro ».

Eguali risultati ha il dott. Perez confermato nelle sue importanti ricerche sulla sterilizzazione del catgut [1].

Il tachiolo è stato largamente sperimentato, e nessuno ha creduto che nella pratica il nitrato d'argento avesse un'azione egualmente energica.

Nel Congresso d' Igiene alimentare tenuto a Parigi nell'ottobre dell'anno scorso, fu presentata da E. Bonjean, capo del Laboratorio del Consiglio Superiore dell' Igiene pubblica della Francia, un rapporto interessante sui processi d'epurazione e di sterilizzazione delle acque destinate all'alimentazione pubblica; ma passando in rassegna i metodi oggigiorno adoperati deve riconoscersi, che se il processo col tachiolo da noi suggerito non può applicarsi ai corsi d'acqua o alle sorgenti che servono ad alimentare le città popolose, esso è per la garenzia di risultati superiore ad ogni altro dei processi chimici finora sperimentati, e per la sterilizzazione delle acque delle cisterne, o altrimenti raccolte in grandi serbatoi, delle acque delle navi, delle acque degli accampamenti e delle spedizioni militari o delle carovane viaggiatrici, presenta tali vantaggi e tanta sicurezza da costituire un vero e notevole progresso nei mezzi per sterilizzare l'acqua potabile.

Resterebbe ora ad indagare la ragione per la quale l'acqua sterilizzata col tachiolo presenta il fenomeno invero sorprendente di rimanere sterile per così lungo tempo se abbandonata all'aria anche in recipienti scoperti. Nella nostra precedente Memoria abbiamo attribuito il fatto alla formazione del doppio colloide di fluoruro di calcio e cloruro di argento, la cui esistenza fu provata da Paternò e Mazzucchelli,

[1] G. Perez, *Sulla sterilizzazione del catgut: Nuovo metodo di sterilizzazione mercè il fluoruro d'argento* (tachiolo), Policlinico, vol. XC, 1903.

e da talune esperienze che tendono a provare che l'acido nitrico decompone un tale colloide facendo precipitare il cloruro di argento (v. al n. 11 della nostra Memoria del 1903). Noi non crediamo oggi di modificare la nostra opinione, che è anzi confermata dal confronto dell'azione del fluoruro e del nitrato d'argento ed indirettamente anche dalle recenti esperienze di Schwelkert [1] sulla depurazione delle acque per mezzo dell'ossido di ferro colloidale.

[1] Chemiker Zeitung, n. 2, gennaio 1907.

RELAZIONE

letta dal Socio Grassi B., a nome anche del Socio Todaro, nella seduta del 7 aprile 1907, sulla Memoria del prof. A. Russo, avente per titolo: *Modificazioni sperimentali dell'elemento epiteliale dell'ovaia dei mammiferi (da servire come base per la determinazione artificiale del sesso femminile e per la interpretazione della legge di Mendel sulla prevalenza degli ibridi).*

La Memoria del prof. Russo sulle *Modificazioni sperimentali dell'elemento epiteliale dell'ovaia dei Mammiferi (da servire come base per la determinazione artificiale del sesso femminile e per la interpretazione della legge di Mendel sulla prevalenza degli ibridi)* contiene i risultati di lunghe esperienze ed osservazioni istologiche e isto-chimiche. L'A. è partito dal fatto che « negli elementi sessuali, e specialmente nelle ova, sono accumulate, oltre a sostanze proteiche diverse di cui alcune contengono fosforo, anche, ed in particolar predominio, le lecitine, che possiedono un notevole nucleo fosforico » ed ha perciò sperimentato se queste ultime potessero artificialmente aumentarsi e per tale aumento si potesse arrecar qualche modificazione nei germi. L'A. si è servito delle coniglie praticando ad esse metodicamente iniezioni di lecitina sottocutanee e intraperitoneali. La tecnica di queste iniezioni viene da lui esposta molto minuziosamente.

Lo studio delle ovaie della coniglia lecitinata (nelle quali, cioè, si è artificialmente creato un ambiente nutritivo più abbondante), comparato con quello delle ovaie di individui gestanti, o no, sottoposti a prolungato digiuno ecc., ha permesso all'A. di rilevare interessanti fenomeni riguardanti l'epitelio germinativo, la granulosa, la zona pellucida, i corpi cromatici dell'ooplasma ecc. È impossibile riassumere in brevi termini le numerose osservazioni dell'A. Citeremo per es. la distinzione, nell'epitelio germinativo, delle fasi di assorbimento e di secrezione interna. Con le iniezioni di lecitina l'A. ha potuto artificialmente produrre e aumentare quei corpi cromoidi che si rinvengono nel vitello (mitocondri, condriomiti, pseudocromosomi, reti cromidiali, cristalloidi ecc.) e di essi ha potuto seguire l'evoluzione, dimostrando

che provengono da materiali elaborati all'esterno dell'ooplasma, dentro speciali gruppi cellulari, sotto forma di globuli o sotto forma liquida. Aggiungasi che, secondo le osservazioni dell'A., i corpi cromatici scompaiono del tutto per effetto del digiuno prolungato.

Il prof. Russo fornisce la prova che la granulosa assorbe e elabora le sostanze, che giungono dall'esterno, e serve a nutrire l'oocite; egli dimostra con minuziosi particolari citologici come questi processi si verifichino. Sono degne di nota le prove che i corpi di Call e di Exner preparano con un processo speciale una parte del materiale nutritivo dell'oocite ecc.

L'A. ritiene che la zona pellucida può presentare anche un deposito di deutoplasma, accompagnante l'uovo nell'utero, che, nelle coniglie lecitinate, la zona di tutte le ova si carica di deutoplasma ecc. e viene alla conclusione che nelle coniglie dopo che hanno raggiunto l'epoca dei calori si possono distinguere due tipi di zone, l'uno con deutoplasma corrispondente, secondo l'A., al sesso femminile, e l'altro senza deutoplasma, corrispondente, secondo l'A., al sesso maschile; a questi due differenti tipi di metabolismo, corrispondono modificazioni dello stesso genere anche nella granulosa e nei materiali deutoplasmatici del vitello.

In base alle sue esperienze l'A. si crede autorizzato ad affermare che i caratteri degli ibridi mendeliani nella prima generazione o *generazione dominante* non siano in rapporto assoluto con i cromosomi, ma che dipendano da un particolare metabolismo delle cellule germinali, dal quale dipende anche la determinazione del sesso e che modificando artificialmente tale metabolismo si può contravvenire alla legge di Mendel, come è possibile riprodurre volontariamente il sesso.

Dai dati statistici raccolti dall'A. risulterebbe ineccepibilmente che la percentuale delle femmine nelle coniglie iniettate (lecitinate) aumenta in modo considerevole in confronto a quella normale.

L'A. è d'avviso che gli esperimenti da lui eseguiti assegnino al protoplasma ovulare e ai materiali in esso raccolti una grande importanza sia nella produzione del sesso, sia nella trasmissione di speciali caratteri. Non è superfluo far notare che queste conclusioni dell'A. coincidono fino ad un certo punto con quelle a cui sono giunti Loeb, Rabl, ecc., percorrendo una via tutta differente.

Noi siamo d'avviso che la Memoria del prof. Russo sarà accolta con interesse da tutti i biologi e potrà forse condurre anche a risultati pratici: proponiamo perciò che venga pubblicata nelle Memorie dell'Accademia.

Ci piace di aggiungere che il prof. Russo ha potuto condurre a termine i suoi esperimenti, valendosi in parte di un sussidio sul fondo Santoro.

Modificazioni sperimentali dell'elemento epiteliale dell'ovaia dei Mammiferi

(da servire come base per la determinazione artificiale del sesso femminile e per la interpretazione della legge di Mendel sulla prevalenza degli ibridi).

Memoria di ACHILLE RUSSO.

I.

PARTE GENERALE

In der Ovogenese ist die Lösung des Problems der Geschlechtsbildung enthalten. Zu derselben Zeit, zu welcher in der Eizelle zugleich mit ihrer Entstehung und Ausbildung alle Charaktere des späteren Organismus ihre Anlage finden, wird auch darüber entschieden, ob der aus der Eizelle hervorgehende Organismus späterhin der männlichen oder den weiblichen Geschlechtscharakter tragen soll. So wie die reife Eizelle alle für die jeweilige Spezies spezifischen Organanlagen insofern im Schlummerzustande in sich birgt, als aus dem Ei eines Spulwurmes immer ein Spulwurm, aus dem Ei eines Menschen immer nur ein Mensch kommen kann, so schlummert auch in ihr - vielleicht schon von dem Stadium der Urgeschlechtszelle an die Anlage der Qualität der Geschlechtsorgane" ....

O. Schultze, *Zur Frage von den geschlechtsbildenden Ursachen.* Arch. f. Mikrosk. Anatomie. B. 63, 1903, pag. 254.

PREFAZIONE

L'indagine scientifica in questi ultimi anni molto si è addentrata nell'analisi dei fatti inerenti alla morfologia degli elementi sessuali e le conoscenze che scaturirono da tale soggetto contribuirono non poco a far progredire alcuni problemi di Biologia e a dare loro quella base positiva di cui prima erano privi. Il problema sull'eredità dei caratteri si è avviato, infatti, sopra un campo più concreto dopo le ricerche del Boveri [1] sul comportamento dei cromosomi nelle prime scissioni dell'uovo di *Ascaris megalocephala*, dappoichè la distinzione da lui fatta tra *cromosomi*

[1] Boveri Th., *Ueber differenzierung der Zellkerne während der Furchung des Eies von Ascaris megalocephala*. An. Anz., 1887.

Zellenstudien. Jena-Zeitschr., 1888.

Befruchtung. Merkel und Bonnet's Ergebnisse, 1891.

che si trasmettono inalterati nella *linea germinale* e *cromosomi* che si disgregano nella *linea somatica*, ha dato un'apparenza meno astratta ad alcuni asserti di Weismann e di altri biologi, asserti che dal Beard [1] erano stati giustamente considerati come *concetti puramente mentali.*

Dopo tali studî non poche furono e sono le ricerche sul comportamento dei cromosomi delle cellule sessuali sia durante il loro sviluppo sia dopo la loro unione. Essi, trasportati dal campo del fenomeno ereditario in genere, furono messi in gioco per spiegare l'*eredità del sesso* e la conservazione dei caratteri somatici, intesi come unità elementari indecomponibili della specie, tanto che oggi alcuni ammettono che esista un determinato rapporto tra il sesso ed i caratteri cosidetti *mendeliani.* Il Cuènot [2] è stato il primo ad ammettere tale possibilità, che fu in seguito riconosciuta probabile dal Bateson [3] e meglio sviluppata dal Castle [4].

Tralasciando di addentrarci per ora in tale analisi, credo opportuno avvertire subito che le mie ricerche prendono le mosse da un altro punto di vista e che ad esso fui spinto da varie considerazioni, tra cui non ultima quella di assoggettare all'esperimento quanto generalmente viene ammesso dai Biologi, i quali considerano i cromosomi come fattori principali dei fenomeni ereditarî.

Volendo seguire un ordine psicologico, che ad un tempo indichi la via iniziale di questi studî, dico che ad essi fui indotto, oltre che da conoscenze già da tempo acquisite ed entrate nel dominio della scienza, da ricerche da me consigliate ed in parte eseguite nel Laboratorio da me diretto, ricerche che costituirono il substrato delle presenti indagini [5].

Partendo dal fatto che negli elementi sessuali, e specialmente nelle ova, sono accumulate, oltre a *sostanze proteiche* diverse, di cui alcune contengono Fosforo, anche, ed in particolare predominio le *lecitine*, che possiedono un notevole *nucleo fosforico*, ho voluto saggiare in origine se artificialmente esse potessero aumentarsi e se, per tale aumento, potesse arrecarsi qualche modificazione nei germi.

Che il contenuto di Fosforo nelle cellule eserciti un'azione sulla loro proliferazione (Lilienfeld e Monti [6]), che la sua quantità diminuisca durante lo sviluppo (Kossel [7], Szymkiewicz [8]), che alcuni composti di cui esso fa parte, come la *lecitina*, abbiano

[1] Beard S., *Heredity and the Cause of Variation.* Biolog. Centralblatt. Bd. XXIV, 1904. — Vedi anche dello stesso Autore: *A Morphological Continuity of Germ — Cells as the basis of Heredity and Variation.* Rev. Neurology and Psichiatry — V. II, 1904.

[2] Cuènot L., *Sur la determination du sèxe chez les animaux.* Bull. Scient. de la France et de la Belg., 1899.

[3] Bateson W. e Saunders E. R., *Experimental Studies in the Physiology of Heredity.* Report to the Evolution Committee of the Roy. Soc. London, 1902.

[4] Castle W. E., *The Heredity of Sex.* Bull. of the Mus. Comp. Zoöl., Haward College, 1903.

[5] Vedi i lavori del prof. P. Bertolo e del dott. S. Comes appresso citati.

[6] Lilienfeld L. e Monti A., *Sulla localizzazione microchimica del fosforo nei tessuti.* Rend. Acc. Lincei, An. 1892.

[7] Kossel A., *Zur Chemie des Zellkerns.* Zeitschr. für Phisiol. Chemie Bd. VII.

[8] Szymkiewicz F. St. *Ueber den Schwefel und Phorphorgehalt der Leberzellen des Rindes in den verschiedenen Lebensalten.* Inaug. Dissert. Dorpart 1891.

una notevole influenza nell'attivare i fenomeni del ricambio materiale (Danilewsky [1]), Carrière [2], Desgrez e Ali-Zaky [3] ed altri) era già noto da un pezzo; però, come dicevo, la presenza di tale sostanza di recente dal Bertolo [4] è stata dimostrata relativamente in grande quantità nelle ovaie degli Echinidi, che si prestano assai bene ad un'analisi chimica, che offra delle garenzie, in quanto che il tessuto è quasi esclusivamente costituito da ova e da cellule nutrici.

I fatti che esporrò diranno meglio se sia riuscito artificialmente a far pervenire nelle ova la lecitina o qualcuno dei prodotti del suo sdoppiamento; per ora è bene avvertire che nelle Coniglie, che formarono oggetto delle mie ricerche, e verosimilmente in altri Mammiferi, tale sostanza non si rinviene normalmente nella stessa quantità in tutte le uova della stessa ovaia, cosicchè di fronte ad alcune, che ne sono abbondantemente fornite, altre invece ne mancano del tutto.

Quale influenza abbia la quantità del contenuto in fosforo o delle combinazioni in cui esso entra, nei processi ontogenetici ancora è poco conosciuto. Secondo me, tale lato del problema dello sviluppo non è stato preso in quella considerazione che merita, forse perchè i biologi si sono di più preoccupati del vario comportarsi di alcune parti formali delle cellule sessuali, tra cui le più apprezzabili ed impressionanti sono stati i *cromosomi* e le *centrosfere*. A mio giudizio però, mentre tali parti della cellula debbono anche avere un chimismo speciale e vario da un ovo all'altro, esso è meno apprezzabile, con gli attuali mezzi microtecnici, di alcuni elementi figurati che si rinvengono nel vitello e che si mostrano come *corpi cromoidi*, i quali ebbero diversi nomi (mitocondrî, condriomiti, pseudocromosomi, reti cromidiali etc.) e varie interpretazioni. Di alcuni fra tali corpi figurati io ho potuto seguire tutte le modalità, la loro evoluzione ed avere la prova più diretta della loro vera essenza, avendoli potuto riprodurre artificialmente, ed acquistando per questo fatto la profonda convinzione che essi esercitino non poca influenza nei fenomeni dello sviluppo [5].

[1] Danilewsky, *De l'influence de la lécithine sur la croissance et la multiplication des organismes.* Comp. rendus de l'Ac. des sciences, T. CXXI, 1895.

De l'influence de la lécithine sur la croissance des animaux à sang chaud. Ibid. T. CXXIII, 1896.

[2] Carrière G., *Influence de la lécithine sur les échanges nutritifs.* Comp. rend. Ac. Sciences. Paris 1901.

[3] Desgrez et Ali-Zaky, *De l'influence des lécithines sur les échanges nutritifs.* Com. rend. de la Société de Biol. 1900.

Influence des lécithines de l'œuf sur les échanges nutritifs. Com. rend. Acad. des Sciences. T. CXXXII, 1901.

[4] Bertolo P., *Ricerche chimiche sopra le uova del Riccio di mare (Strongylocentrotus lividus).* Boll. Acc. Gioenia di Sc. Nat. Catania 1903.

Ricerca microchimica e localizzazione del fosforo nelle ovaie dei Echinidi. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania 1903.

[5] Con ciò non escludo che la cromatina nucleare non abbia la sua importanza nei fenomeni dello sviluppo; però, più che nel comportamento formale, tale importanza dev'essere ricercata nel suo comportamento chimico, come lo dimostrano i fatti da me illustrati, riferentisi al sesso ed al colore degli ibridi, i quali, come risulta dal complesso di queste ricerche, dipendono in gran parte da uno speciale comportamento chimico del vitello dell'ovo.

Frattanto, io mi credo autorizzato ad affermare che, in opposizione alla *teoria cromosomica*, i caratteri degli *ibridi mendeliani*, nella 1ª generazione o *generazione dominante*, almeno per ciò che riguarda la pigmentazione o il colore degli ibridi, non sono in rapporto assoluto con i cromosomi, ma che dipendano da un chimismo speciale inerente al vitello dell'ovo; che il sesso dei prodotti dipenda da un particolare metabolismo delle cellule germinali e che, modificando artificialmente il metabolismo ed il chimismo di tali elementi, si può contravvenire alla legge di *Mendel*, fissando questa o quella varietà, anche di recente formazione, come è possibile riprodurre volontariamente il sesso.

Riassunto e considerazioni generali.

Volendo specificare meglio l'ordine seguito in queste ricerche, fo innanzi tutto rilevare che i fatti sopra annunziati sono in stretta relazione con le modificazioni da me apportate nelle ovaie, le quali, dopo il trattamento da me proposto, anche ad occhio nudo, come si può chiaramente vedere nelle fotografie 17ª e 18ª, tav. V, ricavate da due coniglie della stessa età, di cui una è normale e l'altra assoggettata a speciale trattamento, si presentano di volume quasi triplo e con follicoli anche più grossi dell'ordinario. Tali modificazioni non sono, come potrebbe sospettarsi, un'alterazione del tessuto, dovuta al trattamento a cui furono assoggettati gli animali da esperimento, ma rientrano invece, come si rileverà in seguito, nei fenomeni di nutrizione normale dell'organo.

L'accumulo di sostanze, che artificialmente si sono fatte pervenire nelle ova, è concomitante con i mutamenti che si osservano in alcuni gruppi cellulari, come l'*epitelio germinativo* che riveste l'ovaia. Questo, difatti, messo in condizioni speciali, esagera una delle sue funzioni e diventa un epitelio eminentemente assorbente, mostrando molto chiaramente di comportarsi analogamente all'*epitelio dei villi intestinali durante l'assorbimento*. Tale funzione, che si compie anche in condizioni normali e che è bene apprezzabile nelle ovaie esaminate all'epoca dei calori, quando l'organismo è nel massimo suo rigoglio, viene esagerata quando all'epitelio si sia creato artificialmente un ambiente esterno nutritizio più abbondante, quale si ottiene iniettando nel cavo peritoneale delle soluzioni di Lecitina.

Ma, oltre a tale via, che può dirsi diretta, altre vie indirette esistono nell'organismo che con quella concorrono ad arricchire l'ovaia di materiali nutritizî. La Lecitina, infatti, iniettata nella cavità del peritoneo viene in parte assorbita e portata in circolo dai linfatici del *centro frenico addominale* e da altri punti della parete peritoneale, secondo quanto ha dimostrato Recklinghausen (1), Dogiel (2), ecc. e secondo

(1) Recklinghausen, *Das Lymphgefäss system.* Manuale di Stricker, 1871.

(2) Sschweigger-Seidel e Dogiel, *Ueber die Peritonealhöhle bei Froeschen und ihre Zusammenhang mit den Lymphgefässen.* Arbeiten des physiolog. Laboratoriums zu Leipzig, mitgetheilt durch C. Ludwig, 1867.

quanto è stato esposto estesamente dal Ranvier [1]. Mediante tale meccanismo non solo si è sicuri che una parte della sostanza iniettata giunga all'ovaia col sangue, ma quanto si è creato un ambiente organico generale a tutti i gruppi cellulari, che indubbiamente deve avere la sua influenza sui fenomeni dello sviluppo embrionale.

Oltre a ciò, la Lecitina giunge all'ovaia anche quando si praticano le iniezioni sottocutanee. Assoggettando, difatti, le coniglie a questo trattamento, non solo si é visto il vitello delle ova arricchirsi di materiali plastici, ma quanto si è trovato l'*epitelio germinativo* nelle fasi di assorbimento, il che prova che tale funzione dell'epitelio non è soltanto provocata dalla diretta penetrazione della Lecitina nel cavo peritoneale, ma anche per un miglioramento generale dell'organismo, quale si ottiene con le iniezioni sottocutanee di tale sostanza, ovvero quando l'organismo è altrimenti ipernutrito [2].

Tutto ciò dimostra, con dati positivi e direttamente apprezzabili, che con le presenti ricerche non si è fatto altro che esagerare alcune funzioni che normalmente si compiono nell'organismo, imprimendogli artificialmente uno spiccato carattere anabolico [3].

Un fatto concomitante con tali processi si è la presenza di capillari nella regione corticale dell'ovaia, talora abbondantissimi, specialmente nelle coniglie iniettate, ed insinuantisi spesso fin sotto l'epitelio germinativo, i quali attestano quale sia una delle vie che le sostanze assorbite seguono per giungere nell' interno dell'organo.

Le presenti ricerche però non si sono arrestate a tali prime constatazioni di fatto, ma furono proseguite nel senso che si è tenuto dietro alle vie prese dalle sostanze iniettate ed al loro finale deposito nell'*ooplasma.* Difatti, questo si è visto arricchire di materiali nutritizi che, passando per la zona pellucida, si depositano nelle maglie della rete vitellina, facendo acquistare a tutte le ova dei caratteri, che nelle coniglie normali, esaminate specialmente nell'epoca dei calori, si osservano soltanto in alcune di esse.

Da ciò fui indotto a distinguere nelle *ovaie normali* due specie di ova, di cui alcune sono ricche di materiali nutritizi depositati nella zona pellucida e nel vitello, mentre altre ne sono prive o poco provviste. Tale distinzione ha un valore molto significante per un complesso di fatti, che brevemente qui riassumo.

Prima di tutto le ova che sperimentalmente si sono ipernutrite e che all'osservazione microscopica si presentano ricche di materiali plastici, rappresentati da corpi

(1) Ranvier L., *Traité technique d'Histologie.* Paris, 1875, 1882.

(2) Come sarà meglio espresso nella 2ª parte di questa Memoria, l'epitelio germinativo si presenta nella *fase di assorbimento* in ovaie di coniglie sacrificate all'*epoca dei calori.* Prima di tale epoca l'epitelio è in riposo rispetto a tale funzione, mentre si atrofizza per impoverimento organico dell'organismo, dopo un digiuno prolungato.

(3) Sarebbe anche interessante studiare se la proporzione normale di Lecitina, che è contenuta nelle emazie e che, secondo Hoppe-Seiler, forma lo stroma, che racchiude l'emoglobina, e quella sciolta nel siero, aumenti in seguito alle iniezioni della stessa sostanza.

Sarebbe del pari interessante studiare a tale riguardo la formazione placentare delle Coniglie *lecitinate* e poi accoppiate.

In un lavoro prossimo a pubblicare tratterò delle *cellule interstiziali* e delle loro modificazioni, in seguito alle iniezioni di *Lecitina.*

cromatici depositati nel vitello e nella zona pellucida, è da ammettere che siano *ova per femmine*, poichè gli animali trattati con gli stessi metodi e poi accoppiati hanno dato sempre in prevalenza individui femminili e qualche volta solamente femmine. I conigli però, che per ora furono gli animali su cui ho potuto lavorare, come è facile intendere, non sono i soggetti che meglio si prestano per questi studî; perchè, avendo un parto multiplo e venendo le ova a maturità in tempi diversi, è difficile che tutte possano essere influenzate dal trattamento da me proposto. Dai dati statistici, che ho raccolto e che esporrò nella parte finale risulta però ineccepibilmente che la percentuale delle femmine nelle coniglie iniettate, che per brevità chiamerò *lecitinate*, aumenta in modo considerevole di fronte al normale ([1]).

D'altro lato, negli individui normali lo stato d'ipernutrizione delle ova non si osserva in tutte le età, ovvero, quando si riscontra, è limitato ad una parte di esse.

Risulta, infatti, da numerose osservazioni su ovaie di coniglie sacrificate in varî periodi della loro vita, che nei piccoli fino a 5-6 mesi la nutrizione generale dell'organo è molto scarsa, come lo dimostrano le ova aventi un vitello chiaro, sprovvisto di globuli vitellini o *corpi cromoidi* ed una zona pellucida anche chiara, che, come sarà esplicato meglio in seguito, è pure un indice di scarsa nutrizione.

Tali dati, messi in raffronto con quanto si sa intorno agli *ermafroditi successivi*, i quali generalmente sono *proterandrici*, attestano che fino a quell'epoca le *ova sono maschili* e che, se potessero essere fecondate, darebbero *maschi*, come spesso avviene nei primi parti.

Con il crescere dell'età però la nutrizione dell'ovaia si fa più intensa ed allora alcune ova si arricchiscono di materiali embrioplastici, divenendo ova per femmine, come ce lo dimostra l'osservazione microscopica delle ovaie prese all'*epoca dei calori*, in cui alcune ova hanno il vitello e la zona ricchi di corpi cromatici, mentre altre ne sono affatto prive, e come lo dimostra la promiscuità dei prodotti, rilevata da dati statistici, in cui la proporzione fra i due sessi è pressochè uguale, anzi con una prevalenza spesso notevole di maschi.

Nell'esame dei prodotti nei singoli parti talora accade di imbattersi in nidiate costituite da soli maschi o da sole femmine o quasi, il che attesta che, anche nel normale, possono verificarsi le condizioni estreme.

In rapporto al concetto che la produzione di elementi femminili sia legata alla presenza di *particolari sostanze di nutrizione, che sono apprestate da speciali gruppi cellulari*, può essere anche invocato lo sviluppo della glandula ermafroditica di molti animali, tra cui quello recentemente studiato da Ancel ([2]) in *Helix pomatia*. Le cellule della gonade di questo Gasteropode, da prima indifferenti, si differenziano in tre tipi diversi, che si manifestano anche in tempi diversi e successivi. Le prime a differenziarsi sono le cellule sessuali maschili, mentre in seguito appariscono alcune cellule contenenti nel citoplasma sostanze di riserba e che sono le *cellule nutrici*, che ren-

([1]) Come si rileverà al principio della 3ª parte, dove sono riportati i risultati statistici, nei parti normali si ha una prevalente produzione di maschi.

([2]) Ancel P., *Sur les premiers differenciations cellulaires dans la glande hermaphrodite d'Helix pomatia*. Bibliogr. anat., 1902.

dono possibile lo sviluppo finale di grossi elementi, le ova, caratterizzate da un abbondante protoplasma. Secondo le vedute di Ancel, che del resto si accordano con moltissimi altri fatti riferentisi allo stesso argomento, le particolari condizioni di nutrizione della gonade sono la causa del diverso sviluppo delle due specie di elementi sessuali e che, in ogni caso, lo sviluppo delle ova viene determinato da materiali nutritizi, che vengono preparati da cellule speciali, che sono le *cellule nutrici*.

Sull'ermafroditismo in genere, come sulla presenza di speciali cellule nutrici nelle gonadi, molto potrebbe dirsi, però, volendo restare nel campo delle presenti ricerche, fo solo notare che i materiali nutritizi, a cui sopra si è fatto cenno, non sono fissi o stabili, dopo che si sono depositati nell'ooplasma. Essi invece, per quanto i mezzi di osservazione lo consentono, si mostrano mutabili, per qualità e quantità, nei diversi momenti funzionali, per cui l'ovaia, come io per il primo mi sono adoperato a mettere in evidenza nel Coniglio e come il mio assistente dott. Comes [1] ha dimostrato in molti altri mammiferi, è un organo, per così dire, *sommamente plastico e variabile*. Tale variazione dell'organo, come sopra si è accennato, può essere normale ed i varî momenti possono essere sorpresi, osservando le ovaie nei diversi periodi della vita dell'individuo, ma può anche essere sperimentale, il che si ottiene adoperando speciali artifizî. In ordine a tale affermazione, che ha una notevole importanza per questi studî, si può ritenere che la *gestazione* ed il *digiuno* impoveriscono l'ovo dei materiali di riserva, che prima aveva immagazzinato e che si osservano in determinate ova quando il metabolismo dell'organo è più attivo, cioè all'*epoca dei calori*. Il trattamento da me proposto, in cui sì gran parte prendono le *Lecitine*, arricchisce invece tutte le ova dei detti materiali, oltre ad arricchirne il sangue, imprimendo a tutti i gruppi cellulari uno spiccato carattere anabolico.

Finora, per spiegare la causa che determina il sesso femminile, mi sono solo occupato d'indagare le speciali condizioni delle ovaie e delle ova che in esse maturano, ma mi sono anche domandato qual parte prendano nella produzione gli elementi maschili.

Non ostante le osservazioni di Mc. Clung [2] e Sutton [3], i quali assicurano agli spermî di talune specie di insetti un'azione preponderante nella produzione del sesso, per il fatto che alcuni di essi contengano un cromosomo in più (cromosomo accessorio o eterotropico), che sarebbe la causa determinante il sesso maschile [4],

[1] Comes S., *Ricerche sperimentali sulle modificazioni morfologiche e chimiche della zona pellucida e degli inclusi dell'ovo dei mammiferi*. Archivio Zoologico, 1907.

[2] Mc. Clung C. E., *The Accessory Chrmosome-Sex-Determinant*? Biol. Bull., 1902.

[3] Sutton W. G. *On the Morphology of the Chromosome Group in Brachystola magna*. Biol. Bullet., 1902.

[4] A proposito del significato del così detto *cromosomo accessorio* nella produzione del sesso, le ricerche fatte fin oggi non sono d'accordo. In opposizione alla teoria Sutton-Mc. Clung potremmo citare le ricerche di Montgomery (*A Study of the Germ Cells of Metazoa*. Trans. Ann. Phil. Soc., 1901) e di Gross, (*Die spermatogene von Syromastes*. Zool. Jahr., 1904) i quali non ammettono il dimorfismo degli spermî o quanto meno che delle due specie di spermi funzioni solo quello con il cromosomo accessorio, perchè gli altri degenerano come le vescicole polari.

D'altra parte Wilson, (*The sexual differences of the Chromosome-Groups in Hemiptera* etc. The Journ of exp. Zoöl., 1906) ammette le due sorta di spermi, ma, contrariamente alle vedute di

dalle esperienze da me eseguite risulta che l'elemento maschile non eserciti un'azione *antagonista* sul femminile, ma che invece essa sia *coadiuvante*.

Riconoscendo anche io che lo spermio, secondo le vedute del Boveri, sia un elemento propulsore, che determini nell'uovo lo svolgersi dei processi ontogenetici, aggiungo che esso può portare con sè, data la comune origine con le uova, le stesse sostanze specifiche di cui queste sono provviste e perciò coadiuvare lo svolgersi del processo che conduce alla determinazione di un dato sesso.

Tale modo di vedere viene per ora suffragato da esperimenti eseguiti a questo scopo. Difatti, negli accoppiamenti furono adoperati conigli maschi di varia età, di varia costituzione e di varie razze e sempre n'è risultato che essi, qualunque sia l'individuo dell'altro sesso, purchè assoggettato al trattamento da me proposto, non esercitavano alcuna influenza decisiva e che i prodotti furono sempre quali si erano previsti. Ma il fatto notevole, per cui ritengo che lo spermio eserciti un'azione coadiuvante e non antagonista nella produzione del sesso, si è che la produzione di femmine è stata più abbondante e più costante, quando i maschi venivano assoggettati, prima di accoppiarli, allo stesso trattamento adoperato per le femmine.

Da più tempo è conosciuto che in molti casi il sesso sia determinato nell'uovo, come è dimostrato dalle uova di *Dinophilus*, in cui le grosse producono ♀ e le piccole ♂ o da quelle del *Baco da seta*, secondo una statistica del Brocadello (1), ovvero da casi di poliembrionia degli Imenotteri, secondo Marchal (2) Giard (3), Silvestri (4), in cui i sacchi embrionarî contengono per lo più embrioni dello stesso sesso, o pure da i gemelli monocoriali dell'uomo e da i piccoli di *Tatusia*, secondo le osservazioni di Rosner (5), Cuénot (6), i quali piccoli sono anche dello stesso sesso, perchè provengono dallo stesso ovo o dalla stessa formazione ovulare. Tali fatti però, cioè che il sesso sia contenuto esclusivamente nell'ovo, non infirmano i risultati dei miei esperimenti sull'azione coadiuvante dello spermio, i quali vengono anche confermati dalle statistiche fatte per la specie umana nelle annate di carestia, in cui, data la scarsa nutrizione di entrambi i genitori, aumenta la percentuale del sesso maschile, che fu chiamato perciò il *sesso della fame* ovvero per le pecore in cui tale percentuale aumenta considerevolmente quando i pascoli sono scarsi, come è risaputo da coloro i quali praticano tale allevamento. Indipendentemente da ciò, tale concetto mi viene

---

Sutton e Mc. Clung, crede che quello avente un cromosomo in più determini lo sviluppo di femmine!

(1) Brocadello A., *Il sesso nelle uova.* Bull. mens. bachic., Padova, 1896.

Del sesso nei doppioni, idem, 1895.

(2) Marchal P. *Comparaison entre les Hymenoptères parasites à developpement polyembryonaire et ceux a developpement monoembrionaire.* C. R. Soc. biol. 1899.

(3) Giard A., *Sur le développement de* Litomastix *truncatellus.* Bull. Soc. Ent. Fr. 1898.

(4) Silvestri F., *Contribuzione alla conoscenza biologica degli Imenotteri parasiti.* Annali R. Soc. Agr. Portici, 1906.

(5) Rosner I., *Sur la genèse de la grossesse gèmellaire monochoriale.* Bull. Acc. Sc. de Cracovie, 1901.

(6) Cuénot L., *L'ovaire de Tatou et l'origine des yumeaux.* C. R. Soc. Biol., 1903.

confermato dalla presenza di cellule nutrici sia nel testicolo che nell'ovaia, come chiaramente si rileva nelle gonadi di alcuni Echinodermi ([1]).

La grandezza delle uova, secondo me, e secondo quanto recentemente ebbe a riconoscere Rich. Hertwig ([2]), senza però aver potuto dare una spiegazione della produzione del sesso, se non ammettendo un ipotetico rapporto tra nucleo e protoplasma, non è sempre un dato sicuro e costante; mentre i materiali specifici che si accumulano nelle ova ed a cui finora nessuno aveva fatto grande attenzione possono dare la reale spiegazione del fenomeno.

Anche il Wilson ([3]) nel suo recente lavoro sui cromosomi delle cellule sessuali degli Emitteri, indirettamente viene a dare una conferma ai risultati delle mie ricerche, quando afferma che la stessa specie di *attività* che produce un maschio, se è *intensificata* produce una femmina, alludendo con ciò alla quantità di cromatina, la quale è in prevalenza nelle cellule sessuali che produrranno le femmine nei casi da lui illustrati.

Resta ora a vedere quale azione esercitino le modificazioni apportate nelle ova sulla produzione degli ibridi ed in quali rapporti esse si trovino con il sesso. Tale lato del problema dello sviluppo presenta anche non poche incognite e non poche difficoltà, le quali potrebbero essere eliminate con esperienze fatte su larga scala e condotte sistematicamente per diversi anni, disponendo di quei mezzi che pur troppo i nostri laboratori universitarî son lontani da avere. Per necessità io ho dovuto limitare le mie ricerche alla prima generazione degli incroci, che ho praticato con varietà selezionate o non, proponendomi di fissare alcuni speciali caratteri delle femmine.

([1]) Russo A. e Polara G., *Sulla secrezione interna delle cellule peritoneali della gonade del Plyllophorus urna (Grube).* Atti Ac. Gioenia Sc. nat. Catania, 1905.

Russo G., *Le cellule nutrici nel testicolo degli Echinidi.* Boll. Acc. Gioenia Sc. nat. Catania, 1907.

([2]) Hertwig. R., *Ueber das Problem des sexuellen Differenzierung.* Verhand. d. Deut. Gesellsch. 1905.

([3]) Wilson E., *Studies on Chromosomes-III. The sexual diferences of the Chromosome-groups in Hemiptera, with some consideration on the determination and inheritance of sex.* The Journal of experim. Zoölogy, 1906.

Cfr. pag. 32: *If this were the case it is evident that the idiochromosomes could not be considered as sex-determinants in the strict sense of the word. . . .* Pag. 33: *This very obviously suggests that the same Kind of activity that produces a male will if reinforced or intesified produce a female. . . .*

Il Wilson, secondo me, mostra di avere avuto una felice intuizione quando dice che un fattore della produzione del sesso possa essere una differenza *quantitativa* di cromatina e che, sebbene sulla natura e funzione intima dei cromosomi poco si sappia, il nucleo è da considerare come il centro dei processi costruttivi del metabolismo cellulare. Il Wilson a tale proposito aggiunge che i fatti osservati negli Emitteri dànno una base concreta dell'attività anabolica, che si sviluppa nel nucleo della prima cellula embrionale, che dovrà produrre una ♀ per l'intervento del *cromosomo eterotropico* e quindi per aumento della sostanza cromatica. Tale veduta il Wilson stesso riconosce che si riconnette alla teoria ormai nota di Geddes e Thomson, i quali ammisero che il sesso femminile sia dovuto ad un prepoderante *anabolismo* cellulare ed il maschile ad un *processo catabolico.*

Dopo i risultati dei miei studî tale anabolismo nella produzione del sesso femminile deve essere esteso in prevalenza al vitello dell'ovo!

Il carattere che mi sono proposto di conservare fu il colore del pelo, che, secondo i concetti che si hanno sopra i caratteri trasmissibili e le esperienze fatte dal Cuénot [1] sui topi, è considerato come *carattere-unità*, cioè indecomponibile, ed a tale scopo ho scelto coniglie femmine di razze recenti e caratteristiche per il colorito, come l'*Albina*, l'*Imalaia*, l'*Olandese*, l'*Angora*, la *Nera*, che ho incrociato con maschi di razza diversa e che sono filogeneticamente più antiche, come la *Grigia* e la *Nera*.

Incrociando un ♂ *Grigio* o *Nero* con una ♀ *Albina*, *Imalaia* ovvero *Olandese* allo stato normale i prodotti per lo più seguono la legge della prevalenza di Mendel (tipo *Pisum*) essendo tutti o *grigi* o *neri*, come si osserva nella tav. V, fig. 2, 3, 4, 5. Però, se si assoggettano le ♀ istesse al trattamento adoperato per la produzione artificiale del sesso, ed avanti accennato, *i piccoli*, *contrariamente alla legge della prevalenza*, *si presentano con i caratteri della madre*, *cioè si hanno nella prima generazione ibridi di razza recente*. Tali caratteri è bene ripetere che riguardano solo il colore del pelo, come anche è bene ricordare che qualche volta si ha da un incrocio normale alcuni piccoli con caratteri della razza recente, nel quale caso si tratterebbe di una comparsa di ibridi mendeliani remissivi. Negli incroci da me studiati però, ho avuto cura di assicurarmi che tale apparizione di mendeliani era assolutamente da escludere, e poi procedevo al trattamento delle ♀ di razza recente, che incrociava con gli stessi ♂ prima adoperati.

Anche in questo caso, non sempre però tutti i piccoli mostrano i caratteri della varietà di recente formazione, imperocchè alcuni conservano quelli paterni o più antichi. Tale apparente eccezione, contrariamente all'opinione dei più, come il Sutton [2], che attribuisce tali risultati al vario aggruppamento dei cromosomi paterni e materni, secondo me, è in rapporto con quanto sopra ho accennato e cioè che il trattamento, a cui sono assoggettate le coniglie, non sempre è sufficiente a modificare tutte le ova, che, talora in numero notevole (12-14), maturano in tempi diversi e successivi. In tal caso, è evidente che quelle, le quali non risentono l'influenza del trattamento, produrranno individui con i caratteri *dominanti*, che sono i *caratteri della specie*.

Un risultato notevole, che, a parer mio, conferma l'opinione che il chimismo delle uova, mutato artificialmente per accumulo di quei materiali, che normalmente si riscontrano in alcune di esse, sia la causa della prevalenza di alcune razze recenti, si è il vedere qualche volta prodotti che partecipano delle due razze incrociate.

Difatti, incrociando una femmina *Imalaia lecitinata* con un maschio *nero normale*, come si vede nella fig. 7ª della tav. V, i piccoli sono per lo più tutti Imalaia; ma talora alcuni hanno le estremità nere con fondo generale giallastro o nero molto attenuato, invece del bianco caratteristico della razza Imalaia. Il non apparire dei caratteri *puri nel senso mendeliano*, che conduce alla formazione di *Halbrassen*, come crede il De-Vries [3], non potrebbe essere spiegato con il vario aggruppamento dei

[1] Cuènot L., *L'hérédité de la pigmentation chez les souris*. Arch. Zool. exper. (Notes et Revue). 1903.

[2] Sutton W. S., *The chromosome in heredity*. Biol. Bulletin. 1903.

[3] De Vries U., *Die Mutationstheorie*. Leipzig, 1901-1903.

cromosomi, mentre si può facilmente spiegare ammettendo che in tali incroci la modificazione del vitello non ha raggiunto quel grado necessario per imprimere all'embrione lo stesso carattere del metabolismo materno e quindi le stesse sue proprietà. Del resto, che il metabolismo delle ova possa agire indipendentemente dalla *legge di prevalenza* del Mendel viene dimostrato da incroci d'individui normali in cui, come sopra si è detto, nella prima generazione alcuni prodotti sono simili alla razza più recente. Tal fatto constatato fra gli altri dal Guaita nei topi e dal Woods ([1]) anche nel Coniglio, fu da me controllato poichè, come si osserva nella figura 14 della tav. V. dall'incrocio di un ♂ grigio vecchio di quattro anni circa con una ♀ di razza Angora, giovane di circa 11 mesi, e ben nutrita, si ebbero 4 grigi e 4 perfettamente albini di razza *Angora.*

A tale riguardo è anche importante considerare che le varietà recenti, fissate artificialmente, assoggettando le femmine al trattamento sopra cennato, non solo conservano alcuni caratteri del soma, come il colorito del pelame, ma quanto sono per lo più dello stesso sesso. Quando il trattamento alle Coniglie si è fatto in quella misura sufficiente, che non arrechi disturbi per eccesso, si è sicuri di avere dei risultati, che sono veramente impressionanti, come si può vedere dalle fotografie. In queste, ad es. nella 15ª della tav. V, si osserva che qualcuno dei prodotti conserva i caratteri dominanti ed allora il sesso è concomitante con tale carattere: per tale eccezione vale la ragione avanti espressa e cioè che talora non tutte le ova risentono l'influenza del trattamento fatto.

Con queste ricerche, come ognun vede, il problema dell'eredità, messo sopra una nuova via sperimentale, è stato molto semplificato! Non mi nascondo però che molti lati di così importante quesito restano ancora al buio e che ulteriori studî sono necessarî per fare della luce in mezzo a tante teorie così disparate fra loro!

Dopo i fatti che io ho messo in evidenza, è lecito però domandarsi se la cromatina nucleare costituisca *da sola la base materiale* dei fenomeni ereditarii, secondo l'opinione oggi prevalente! Sebbene molti fatti, che si osservano durante la maturazione dei gameti o durante la fecondazione, sembrino convalidare tale ipotesi, pure tuttociò non costituisce una certezza di ordine sperimentate! Gli esperimenti da me fatti ed avanti sommariamente riferiti, i quali si fondano su prove evidentissime e direttamente constatabili, assegnano invece al protoplasma ovulare ed ai materiali in esso raccolti una grande importanza, sia nella produzione del sesso, sia nella trasmissione di speciali caratteri. In ciò essi sono pienamente di accordo con le vedute di Driesch ([2]) e con i risultati di ibridazione da lui ottenuti negli Echini, nonostante le prove contrarie del Boveri ([3]), in cui è dimostrato che la parte preponderante nell'eredità di alcuni caratteri delle larve ibride, come il colore, il numero delle cellule del mesenchima, la forma delle cellule della blastula, sia dovuta

([1]) Woods F. A., *Mendel's laws and some records in Rabbit breeding.* Biometrika, vol. II, 1903.

([2]) Driesch H., *Ueber rein-mütterliche Charaktere an Bastardlarven von Echiniden.* Arch. Entw. Mechan., 1898.

Ueber Seeigelbastarde. Arch. Entw. Mechan., 1903.

([3]) Boveri Th., *Ueber den Einfluss der Samenzelle auf die Larvencharaktere der Echiniden.* Arch. Entw. Mechan., 1903.

al citoplasma ovulare e non al nucleo spermatico. Anche il Godlewski [1] ottenne delle larve ibride con caratteri puramente materni, fecondando frammenti anucleati di ova di *Echinus* con spermatozoidi di Antedon!

Catania, 27 dicembre 1906.

[1] Godlewski E., *Untersuchungen über die Bastardierung der Echiniden und Crinoidenfamilie.* Arch f. Entw. Mechan., 1906.

II.

PARTE ANALITICA.

Introduzione e divisione della materia trattata nei successivi Capitoli.

Dal complesso delle ricerche, che saranno esposte nei Capitoli seguenti, si rileverà prima di tutto che molti fatti, i quali, per ciò che riguarda la struttura dell'ovaia, venivano ammessi senza essere dimostrati da prove dirette, con questi studî vengono convalidati o corretti; talchè è da ritenere sempre più esatto il concetto che l'*esperimento* possa talora essere di prezioso sussidio nella ricerca morfologica.

Difatti, esagerando alcune funzioni dell'ovaia, con metodi che saranno esplicati dettagliatamente alla fine della terza parte, si è potuto determinare meglio il valore reale di taluni elementi, interpretare il loro vario atteggiamento e ricondurre ad un'origine comune le modificazioni, che si susseguono nell'organo ovarico durante la vita dell'individuo.

Tali risultati sono dovuti alla natura chimica delle sostanze che furono messe in azione, le quali, per una serie di prove dirette od indirette, che saranno valutate meglio in seguito, tutto fa credere essere simili a quelle che normalmente entrano in gioco nel metabolismo speciale dell'ovaia e degli oociti.

Su tale punto, che è di una fondamentale importanza per queste ricerche, credo bene insistere, poichè, mentre alcune sostanze, introdotte nell'organismo, si sono mostrate *inerti* e talora anche nocive, altre invece vennero assorbite dall'ovaia, entrando a far parte dei materiali deutoplasmici. Dopo una serie di prove, ripetute con diversi composti organici, come le *Nucleine*, il *Nucleoistone*, etc., che credo superfluo riferire, l'aver trovato quelli che sono ritenuti dall'ovaia si è stata la causa prima dei risultati che mi accingo a descrivere.

Scopo di questa seconda parte si è anche quello di dimostrare che l'ovaia dei Mammiferi, contrariamente all'opinione generale, la quale afferma che essa, essendo situata profondamente nel *soma*, sia invulnerabile agli attacchi sperimentali, può invece essere modificata nella sua intima struttura da varî mezzi. Per tale ragione i primi Capitoli saranno consacrati a provare tale verità, e per ciò tutti gli argo-

menti saranno rivolti a questo scopo finale, rimandando per alcuni dettagli alle ricerche sullo stesso argomento, eseguite dal mio assistente dott. Comes [1], come controllo, su vari ordini di Mammiferi ed a successive ricerche, che io stesso pubblicherò quanto prima, per alcune modalità che ho creduto qui superfluo riferire.

Varî gruppi di esperienze furono fatte per poter meglio sorprendere le modificazioni che avvengono nell'elemento epiteliale dell'ovaia e per potere determinare il loro particolare significato funzionale.

Tutti gli esperimenti prendono però le mosse da un'esame scrupoloso fatto su ovaie di individui normali, la cui struttura, mentre è stata necessaria a tener presente per avere dei dati di controllo, ha potuto essere a sua volta meglio interpretata, in seguito all'esaltamento delle varie funzioni ottenuto sperimentalmente.

Nel primo gruppo di ricerche sono perciò annoverate le Coniglie, le cui ovaie furono esaminate in periodi diversi della loro vita, cioè dall'età di 2-3 mesi fino all'epoca dei calori, che ricorre tra gli 8 ed i 9 mesi, e nelle Coniglie più grandi di età fino a 2 o piú anni. In questo gruppo sono anche comprese le Coniglie in cui le ovaie furono esaminate durante la gestazione.

Nel secondo gruppo le ricerche furono essenzialmente rivolte a modificare l'elemento epiteliale dell'ovaia mediante speciali artifizî. In esso perciò annovero le Coniglie assoggettate ad un digiuno più o meno completo e prolungato fino all'esaurimento o pur no e le Coniglie ipernutrite mediante le iniezioni di *Lecitina*.

Nei Capitoli che seguono, come si vedrà, non sempre però è stato possibile seguire un ordine di esposizione conforme ai gruppi di esperienze sopra accennati, perchè, in alcuni casi, le strutture messe in evidenza, dopo l'ipernutrizione o la denutrizione dell'individuo, erano più evidenti che nel normale. In questo caso mi sono fermato di più, dando la precedenza, ai risultati sperimentali, i quali mi hanno additato la via più sicura per interpretare quelle strutture, che negli individui normali hanno dato luogo a controversie fra i varî ricercatori, appunto perchè, come dicevo, non erano avvalorate da prove sperimentali.

Sebbene mi sia riserbato di trattare in altro lavoro, che ho già in corso, l'*elemento mesenchimale* e *mesodermico* dell'ovaia dei Mammiferi, pure, per la migliore interpretazione dei fatti che sarò per esporre, ho creduto necessario accennare alla struttura della cosidetta *albuginea*, alla *teca dei follicoli* ed ai *capillari* della *regione corticale*.

Di queste parti sarà fatto un cenno fugace in un'*Appendice*, che segue il Capitolo successivo.

Inoltre, qua e là si troveranno delle Note aggiuntive su esperienze o dati di fatto, che, sebbene non riguardino direttamente l'argomento trattato, sono utili per la migliore intelligenza dei risultati ottenuti.

[1] Comes S., loc. av. cit.

Struttura e funzione di assorbimento dell'epitelio germinativo.

Diversi osservatori, come il Waldeyer (¹), Mac Leod (²), Van Beneden (³), Paladino (⁴) Winiwarter (⁵) e molti altri, si occuparono dell'epitelio germinativo dell'ovaia dei Mammiferi, considerandolo sia nei diversi momenti della vita dell'individuo sia nei varî punti della superficie ovarica. Nessuno però ha dato l'importanza dovuta ad alcuni atteggiamenti, i quali acquistano un valore molto significante per la più esatta conoscenza della fisiologia dell'ovaia, specialmente dopo l'indirizzo sperimentale da me iniziato per simili ricerche.

Come è noto, per quanto viene anche riferito in Memorie speciali e nei Trattati, l'epitelio germinativo non ha la stessa forma su tutta la superficie dell'ovaia. Mentre in alcuni punti assume quella di un *epitelio cilindrico* con nucleo allungato nel senso dell'asse maggiore o verticale e con protoplasma abbondante, specialmente nel punto in cui esso s'inserisce sullo stroma connettivale, in altri punti invece è *appiattito* o *lamellare*. Fra queste due varietà estreme vi si trovano cellule di transizione con nucleo rotondeggiante e protoplasma piuttosto scarso. Il Paladino, che più di tutti ha approfondito le indagini su tale argomento, mette in relazione gli atteggiamenti testè descritti con l'età dell'individuo ovvero con la presenza, in prossimità dell'epitelio, di follicoli maturi o in via di sviluppo, e sebbene specificatamente egli non parli di una partecipazione dell'epitelio alla nutrizione dell'ovaia, pure è notevole constatare che aveva intraveduto qualcosa di simile.

Il Regaud e Policard (⁶) in un recente lavoro, fondandosi essenzialmente sulla diversa colorabilità dei nuclei, ottenuta impiegando diversi metodi di fissazione (miscela Telliesniczky) e colorando con *bleu di metile acido* ed *eosina*, ovvero con il metodo Rabl (*emateina* ed *eosina*) ovvero con quello adoperato la prima volta da Weigert per la *mielina* (*acetato di rame*, *colorazione in ematossilina*, *differenziazione in soluzione allungata di borace e ferrocianuro potassico*), sostennero che nel cane l'*epitelio germinativo*, *i tubi corticali e midollari* dell'ovaia abbiano una funzione glandulare. Mentre il secreto dell'epitelio verrebbe versato all'esterno, quello

(¹) Waldeyer W. *Eierstock und Ei.* Leipzig, 1870.

(²) Mac Leod I., *Contribution à l'étude de la structure de l'ovaire des Mammifères.* Archives de Biologie 1880.

(³) Van Beneden E., *Contribution à la connaissance de l'ovaire des Mammifères.* Arch. de Biologie, 1880.

(⁴) Paladino G. *Ulteriori ricerche sulla distruzione e rinnovamento continuo del parenchima ovarico nei Mammiferi.* Napoli, 1887.

(⁵) Winiwarter von H., *Recherches sur l'ovogénèse et l'organogénèse de l'ovaire de Mammifères* (Lapin et Homme) Arch. de Biologie, 1900.

(⁶) Regaud Cl. et Policard A., *Notes histologiques sur l'ovaie des Mammifères. I. Fonction glandulaire de l'epitelium ovarique et de ses diverticules tubuliformes chez le Chien.* Association des Anatomistes, 1901.

dei *tubi* sarebbe versato all'interno dell'ovaia, la quale perciò sarebbe una vera glandula a *secrezione interna*. Tali affermazioni, che sono in accordo con quanto si è venuto assodando negli ultimi anni circa all'azione esercitata dall'ovaia sul metabolismo, come è riferito nel recentissimo lavoro di Marshall (¹), per ciò che riguardano l'epitelio germinativo, dai miei studî vengono totalmente corrette.

Difatti, l'epitelio geminativo, come ho già annunziato in Note precedenti (²), con i suoi diversi atteggiamenti dimostra di essere un epitelio assorbente e di comportarsi evidentemente in determinate condizioni *analogamente all'epitelio dei villi intestinali durante l'assorbimento*.

Tale valore dell'epitelio germinativo mi fu sugerito, controllato e confermato dall'esperimento, col quale, esagerando alcune funzioni dell'ovaia, i varî atteggiamenti, che assume l'epitelio germinativo, si sono resi più vistosi e quindi più apprezzabili.

In ordine a tale constatazione ho eseguito varî esperimenti, che mettono nella migliore evidenza le varie fasi, che si riferiscono a tale processo.

Prima di tutto due gruppi di esperienze furono tentate per provare che, aumentando le sostanze assimilabili nel cavo peritoneale, si esaltava anche la funzione di assorbimento dell'epitelio germinativo.

Nel primo caso fu iniettata della *lecitina* direttamente nel cavo peritoneale, nel secondo essa fu iniettata sotto la cute per constatare se, per tal mezzo, migliorato il metabolismo generale, aumentassero nel liquido sieroso le sostanze assimilabili e quindi se l'epitelio germinativo si presentasse nelle fasi di assorbimento.

1. Per sorprendere i varî atteggiamenti dell'epitelio nelle diverse fasi di assorbimento e di secrezione interna furono iniettate nel cavo peritoneale 4 cc. di lecitina in soluzione concentrata in coniglie di 4-5 mesi fino ad un anno e si sono sacrificate a varî intervalli di tempo. Alcune furono uccise dopo 5 ore, altre dopo 7 e successivamente dopo 18 e 24 ore; altre infine furono uccise dopo un mese e più ed in tal caso le iniezioni furono ripetute, in numero di 4-5, ogni 3-4 giorni (³).

Colpito, fin dalle prime osservazioni, dai mutamenti che in tali condizioni subiva l'epitelio germinativo e dalla sua particolare analogia con quello dei villi intestinali durante l'assorbimento, ho tenuto presenti le ricerche fatte su tale argomento, risultandomi un perfetto parallelismo. Sebbene esistano varie controversie sulle modificazioni del mantello epiteliale dei villi intestinali, sui rapporti di esso con lo stroma connettivale e con gli elementi linfoidi, come si legge nei lavori di De Luca (⁴) e

(¹) Marshall Fr. H. A. *Contribution to the Physiology of Mammalian Reproduction*. Part. II, *The ovary as an Organ of internal secretion*. Phyl. Trans. Royal Soc. London, 1905.

(²) Russo A., *Sulla funzione di assorbimento dell'epitelio germinativo dell'ovaia dei Mammiferi*. Monit. Zool. italiano, 1906.

Ulteriori ricerche sulla funzione di assorbimento dell'epitelio germinativo dell'ovaia dei mammiferi. Boll. Acc. Gioenia di Sc. Nat. Catania, 1907.

(³) Le iniezioni venivano praticate contemporaneamente a diversi Conigli provenienti dallo stesso parto, i quali venivano uccisi a varii intervalli di tempo.

(⁴) De Luca U., *Ricerche sopra le modificazioni dell'epitelio dei villi intestinali nel periodo di assorbimento e nel periodo di digiuno*. Bollettino R. Acc. medica di Roma, 1905.

Bezzola [1], è indubitato che la *cellula assorbente* subisca nei due segmenti, esterno o *distale* ed interno o *prossimale*, e nella forma e posizione del nucleo dei mutamenti che sono in rapporto all'assorbimento. Non credo fare un'estesa esposizione delle ricerche fatte su tale argomento e rimando il lettore al lavoro riassuntivo di Oppel [2], oltre che alle Memorie di Mingazzini [3], Monti [4], Arcangeli [5], nelle quali si troverà anche riportato il resto della letteratura.

Quando si esaminano sezioni di ovaie di coniglie uccise 5 o 7 ore dopo l'iniezione intraperitoneale di lecitina, alcune distese epiteliali si trovano nella prima fase di assorbimento, come si osserva nella fig. 1ª della tav. I. Quivi l'epitelio ha il protoplasma del segmento esterno o distale ispessito, di aspetto finamente granulare, ha nucleo rotondeggiante con cromatina regolarmente disposta in reticolo e protoplasma interno o prossimale ancora non modificato, cioè poco sviluppato e compatto, tanto che talora sembra che il nucleo poggi sullo stroma connettivale, formante l'*albuginea*. Nel segmento interno però, tra una cellula e l'altra, si osservano spesso dei *vacuoli*, che nel normale mancano affatto, e che sono un indice dell'iniziarsi della fase successiva, detta di *assimilazione* o di *secrezione interna*.

Tali vacuoli furono descritti fra le cellule epiteliali dei villi durante l'assorbimento, però in fase più inoltrata, ed interpretati differentemente dai varî autori. Per alcuni le cellule assorbenti si distruggerebbero nella loro porzione basale (Grünhagen, Mingazzini), per altri invece (Heidenhain, Oppel) le sostanze assorbite filtrerebbero dal protoplasma basale, formandosi degli spazî o vacuoli interepiteliali, da dove le sostanze passerebbero nello *stroma*. Così, mentre per i primi si avrebbe un distacco del mantello epiteliale dallo stroma connettivale, per i secondi ciò non avverrebbe e per ciò stesso essi ritengono che le immagini da quelli osservate siano dovute ad insufficienza di tecnica.

Per ciò cho riguarda l'epitelio germinativo le mie osservazioni concordano con quelle di questi ultimi osservatori e di altri più recenti, non avendo mai osservato la distruzione del protoplasma del segmento interno, nè tanto meno la formazione di spazî che possano riferirsi a tale processo.

Nelle stesse sezioni di ovaie di coniglie, uccise 5-7 ore dopo l'iniezione e meglio in quelle sacrificate dopo maggior tempo, si possono osservare dei tratti di epitelio o cellule isolate in una fase più inoltrata di assorbimento, fase in cui comincia l'assimilazione. In questi punti le cellule sono molto allungate e sottili, tanto da rag-

[1] Bezzola G., *Contributo alla conoscenza dell'assorbimento intestinale*. Boll. della Soc. medicochirurgica di Pavia, 1905.

[2] Oppel A., *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopisches Anatomie der Wirbelthiere*. Bd. 2. Schlund und Darm. Jena, 1897.

[3] Mingazzini P., *Cambiamenti morfologici dell'epitelio intestinale durante l'assorbimento delle sostanze alimentari*. Nota 1ª, Rend. R. Acc. Lincei, Roma, 1900. — Nota 2ª, in Ricerche Lab. Anat. norm., Roma, 1900.

La secrezione interna dell'assorbimento intestinale. Ricerche Lab. Anat. norm,, Roma, 1901.

[4] Monti R., *Le funzioni di secrezione e di assorbimento intestinale studiate negli animali ibernanti*. R. Istituto lombardo, 1903.

[5] Arcangeli A., *I cambiamenti nell'epitelio intestinale del Box salpa L. durante l'assorbimento*. Arch. di Anat. e di Embriologia, Firenze, 1906.

giungere in altezza μ. 16 e più, mentre nelle cellule normali si ha una media di 4 a 7 μ. Il nucleo da rotondeggiante diventa ellissoidale e spostato verso il segmento distale della cellula, mentre la sua cromatina non è più regolarmente disposta in reticolo, ma o fortemente addensata ovvero conformata in filamenti o serie di granuli, disposti secondo l'asse maggiore dello stesso nucleo. Il protoplasma sottostante al nucleo si è allungato ed alquanto assottigliato per la formazione di più ampî vacuoli tra una cellula e l'altra, e termina con una specie di slargamento o piede con cui poggia sul connettivo.

I vacuoli interepiteliali, in fasi più inoltrate di assorbimento, aumentano talmente in volume che distaccano le cellule nella loro parte interna, la quale perciò, come si vede nelle figg. 2ª e 3ª della tav. I, è costituita dal protoplasma conformato a guisa di filamenti. Alla parte esterna, che potrebbe anche chiamarsi la *regione dei nuclei*, il protoplasma invece è scarso ed appena visibile.

I vacuoli interepiteliali, aumentando la secrezione liquida alla base delle cellule, invadono lo stroma connettivale sottostante, per cui, come si vede nella fig. 3ª, la cosidetta *albuginea*, che è un tessuto compatto, in fase inoltrata di assorbimento, si presenta molto spessa e *vacuolizzata.*

In una delle fasi finali dell'assimilazione il nucleo nella sua porzione inferiore si presenta molto assottigliato e quasi filamentoso con cromatina ammassata, formante quasi un blocco in cui non è possibile scorgere alcuna struttura. Nello stesso tempo che il nucleo presenta tale particolarità nel protoplasma sottostante si osservano dei corpi di forma irregolare o rotondeggianti, i quali si colorano intensamente con i colori nucleari e specialmente con l'*ematossilina Heidenhain* (fig. 2ª). Tali *corpi cromoidi* che quasi nell'identico modo e nella stessa posizione, relativa al nucleo, furono osservati da Rina Monti (1) nelle cellule epiteliali del villo intestinale in attività, sono sparsi nel protoplasma, ma anche raccolti alla base della cellula, formando talora un cumulo vistoso.

In una fase molto inoltrata, quale si osserva nelle ovaie di coniglie uccise 24 ore dopo l'iniezione, dalla base o piede della cellula si dipartono dei prolungamenti protoplasmatici, che s'internano e si confondono con il connettivo sottostante. Come si vede nella fig. 3ª, in tali filamenti si trovano dei *granuli cromofili*, simili a quelli avanti descritti, i quali sono versati nello stroma connettivale sottostante. Questo, difatti, oltre ad essere vacuolizzato, come avanti si è detto, presenta lungo le maglie sparsi dei granuli isolati o formanti dei cumuli, i quali evidentemente provengono dalle soprastanti cellule epiteliali.

Quale sia la provenienza ed il significato fisiologico di tali granuli è difficile poterlo dire con sicuri dati di fatto. Non è da escludere però che il nucleo prenda parte alla loro produzione, sia per la forma particolare da esso assunta nella fase finale di assorbimento, sia perchè alcuni nuclei dell'epitelio germinativo in fasi precedenti, si mostrano così ricchi di sostanze cromatiche che è difficile scoprirne la struttura.

Come avanti si è detto, Regaud e Policard (2), fondandosi principalmente sulla

(1) Monti Rina, loc. av. cit.

(2) Regaud Cl. e Policard A., loc. av. cit.

colorabilità dei nuclei, ritennero senz'altro l'epitelio germinativo un organo secernente, però tale partecipazione del nucleo nei processi secretorî, altre che da Heidenhain nelle cellule salivali e da altri in diverse glandule, fu più di tutti studiata in dettaglio da Galeotti ([1]) e Trambusti ([2]) nel nucleo delle cellule pancreatiche ed epatiche. Da tali studî risulta che dal nucleo fuorescono sostanze specifiche, che, ulteriormente trasformate nel citoplasma, costituiscono i granuli di secrezione e nel caso delle cellule pancreatiche i granuli dello *zimogene*. Non è improbabile dunque che l'epitelio germinativo come quello intestinale durante l'assorbimento, possa attivare con speciali prodotti la trasformazione delle sostanze assorbite.

Sebbene per la piccolezza degli elementi da me esaminati sia difficile stabilire qual parte prendano in tali processi il *reticolo nucleinico* e l'*enchilema nucleare*, pure la maggiore tinzione di alcuni nuclei in uno stadio, che precede quello di assimilazione, la loro forma assottigliata alla base con cromatina ammassata, la presenza di *corpi cromoidi* nel sottostante protoplasma, la fase stessa di assorbimento in cui la cellula si trova, fanno acquistare anche in questo caso consistenza al fatto che il nucleo prenda una parte attiva nel processo di secrezione.

Fo notare infine che, conforme al concetto che si ha sulla produzione dei *secreti glandulari*, la cui prima fonte sono i liquidi nutritizi, con le presenti esperienze, aumentando la percentuale delle sostanze assimilabili nel liquido peritoneale, si sono esagerate quelle modificazioni strutturali che avvengono nello stato normale.

Riassumendo in ultimo quanto ho precedentemente esposto, circa ai cangiamenti morfologici dell'epitelio germinativo, quando attorno vi si è creato un ambiente nutritizio più abbondante, si hanno, come per l'epitelio dei villi intestinali, le seguenti due fasi essenziali:

1°. *Fase di assorbimento*, in cui il protoplasma del segmento distale della cellula s' ispessisce, mentre quello prossimale è poco evidente e contiene il nucleo ancora rotondeggiante.

2°. *Fase di assimilazione* o *di secrezione interna*, caratterizzata dalla comparsa di vacuoli fra una cellula e l'altra, dallo allungamento e spostamento del nucleo nel segmento esterno, dall'allungarsi del protoplasma sottostante e dalla comparsa in esso dei granuli cromoidi.

Fra queste due fasi estreme vi si riscontrano fasi intermedie, come anche cellule in evidente stadio di ritorno al riposo, qualmente si osserva negli elementi di sinistra della fig. 5ª, tav. I.

Prima di chiudere questo paragrafo resta a considerare un'ultima questione: sotto qual forma, cioè, la Lecitina iniettata penetri nello stroma ovarico attraverso le cellule epiteliali.

Nel cavo peritoneale avviene una perfetta separazione della *Lecitina* dall'olio di vasellina, una sostanza inerte, che è servita come mezzo solvente. Mentre l'olio viene

([1]) Galeotti G., *Ueber die Granulationen in den Zellen*. Internationale Monatschr. f. Anat. und Phys., 1895.

([2]) Trambusti A., *Contributo allo studio della fisio-patologia della cellula epatica*. Ricerche Lab. Anat. normale. Roma, 1895-96.

inglobato dai *Leucociti* (1), la Lecitina verrebbe sciolta nell liquido peritoneale. Nelle sezioni esaminate al microscopio, l'epitelio germinativo si mostra per lo più coperto da una sostanza omogenea o finamente granulare, mentre talora quando la Lecitina è sospesa, si presenta ricoperto da globuli più o meno vistosi. Nel primo caso l'epitelio presenta le modificazioni avanti descritte, nel secondo invece, sebbene sotto l'epitelio si trovino dei granuli, esso è deformato per la incompleta penetrazione delle sostanze globulari.

Tali reperti e la presenza dei vacuoli avanti descritti, attestano che il miglior modo di penetrazione della Lecitina nello stroma ovarico sia sotto forma di soluzione e per un'attività specifica delle cellule epiteliali. Tutto ciò è di accordo con la dottrina sostenuta di recente dai fisiologi, come da Pflueger (2) ed altri, circa all'assorbimento di alcuni grassi per parte dell'intestino. Però, il problema che si sono proposti i Fisiologi è diverso da quello che riguarda il comportamento dell'epitelio, che riveste l'ovaia, rispetto alla Lecitina. Difatti, sebbene la Lecitina sia una combinazione eterea in cui, oltre all'*acido fosfoglicerico* e la *Colina*, prendono parte due molecole di *acidi grassi*, e sebbene essa sia affine ai grassi per la proprietà di saponificare, pure non si sa se nel liquido peritoneale avvenga una scissione della Lecitina e quindi una saponificazione, come per i grassi nell'intestino per opera dei *fermenti lipolitici* (*Steapsina*) ovvero se è assorbito solo l'Acido fosfoglicerico.

Una ricerca su tale argomento sarebbe certamente molto interessante!

2°. In questo secondo gruppo di esperienze le iniezioni di Lecitina furono sempre fatte sotto la cute e praticate nei due lati dell'addome in corrispondenza dei lombi.

Furono scelte piccole coniglie di 4 a 6 mesi, alle quali con intervalli di 2 o 3 giorni, vennero iniettati 4-5 cc. di soluzione concentrata di Lecitina, facendo in tutto 4-5 iniezioni.

All'esame macroscopico la cavità del peritoneo era piena di un liquido lattescente, simile a quello che si osserva quando le iniezioni sono direttamente praticate nel cavo peritoneale e le ovaie similmente ingrossate (3).

(1) Quando la *Lecitina* sospesa in *olio di vasellina* s'inietta nel cavo peritoneale vi si forma un liquido lattescente, in cui sono sparsi e galleggianti globuli più o meno vistosi di olio, il quale si è separato. Tali globuli vengono inglobati dai Leucociti, i quali si uniscono fra loro per formare dei corpi molto vistosi, che si annidano fra le anse intestinali e che sono di colore bianco-giallastro e di forma varia. Esaminando tali corpi nelle sezioni, come si vede nella fig. 7ª della tav. IV, si osserva che essi risultano da elementi cellulari appiattiti fusi fra loro, che limitano dei grandi spazi i quali derivano dalle piccole gocce di olio, primitivamente inglobate dai Leucociti e che in seguito si uniscono fra loro. In generale si ha l'apparenza di un tessuto connettivo areolare, le cui maglie sono formate dai leucociti trasformati ed il cui contenuto si è l'olio di vasellina. Trattando tali corpi o un po' di liquido lattescente con l'acido osmico si osserva che i vacuoli contenuti nei Leucociti non si colorano in nero, il che dimostra che è proprio l'olio di vasellina che si separa e, come sostanza inerte, viene inglobata.

(2) Pflueger, *Die Resorption der Fette vollzieht sich dadurch, dass sie in vässirige Lösung gebracht werden.* Arch. für d. gesammte Physiol. Bonn, 1901.

(3) Fu fatto qualche tentativo, iniettando sotto la cute soluzioni colorate di Lecitina, per vedere meglio se questa giungesse direttamente nella cavità sierosa del peritoneo. I coloranti impie-

All'esame microscopico delle sezioni ottenute con i soliti metodi, l'epitelio germinativo si presenta nelle varie fasi di assorbimento avanti descritte e molto diverso in tutti i casi di quello delle coniglie normali esaminate nelle medesime condizioni, per peso e per età, allo scopo di avere dei dati di confronto.

In questo secondo gruppo di esperienze si ha la prova più evidente che, migliorando il metabolismo generale dell'organismo, il che si ottiene appunto mediante la somministrazione della Lecitina, aumentano anche le sostanze assimilabili dei liquidi delle cavità sierose e che l'epitelio germinativo, esagerando la sua funzione d'assorbimento, è l'indice del miglioramento ottenuto.

3°. Per potere stabilire se il metabolismo generale dell'organismo, dipendente dalla età, si rifletta su l'ovaia nelle condizioni normali, facendo assumere all'epitelio germinativo la forma di epitelio assorbente, fu fatta una terza serie di osservazioni.

Furono esaminate le ovaie di coniglie uccise in varî periodi della loro vita: di 4-5 mesi fino ad un anno e più, cioè prima, durante e dopo l'*epoca dei calori.*

Dalle molte osservazioni fatte mi risulta che nei piccoli, prima che sia raggiunta l'epoca dei calori, l'epitelio germinativo è indifferente rispetto alla funzione di assorbimento. Durante il calore invece, come si osserva nelle figg. 6ª e 7ª, tav. I, che furono ricavate da un'ovaia di coniglia giovane uccisa nel mese di gennaio, l'epitelio mostra evidenti i varî atteggiamenti di assorbimento e di secrezione interna, qualmente furono sopra descritti. Difatti, nella fig. 6ª l'epitelio mostra il protoplasma nel *segmento distale* ispessito ed il nucleo rotondeggiante nel *segmento prossimale*, mentre tra una cellula e l'altra cominciano a formarsi dei vacuoli interepiteliali. Nella fig. 7ª, che rappresenta una fase inoltrata di secrezione interna, il protoplasma prossimale è lungo ed assottigliato per le formazioni di numerosi vacuoli intercellulari, il nucleo, spostato verso l'esterno, è allungato con cromatina raccolta alla base, simile a quanto ho descritto nell'epitelio trasformato sperimentalmente, mediante iniezioni di Lecitina. Inoltre, in questa fase, come si osserva nella stessa figura, nel punto in cui il protoplasma poggia sul connettivo sono raccolte sostanze cromoidi, da cui partono propaggini che s'internano nello stroma connettivale sottostante, come si è anche osservato nelle condizioni sperimentali avanti esposte.

Le fasi di assorbimento, come furono su descritte nelle coniglie normali in calore, non sono molto facili a riscontrarsi, nè sono tanto apprezzabili quanto nelle coniglie iniettate di Lecitina, e ciò forse spiega perchè nessuno degli osservatori precedenti ne abbia fatto menzione, mentre a me è stato di guida la via sperimentale seguita precedentemente in tale ricerca.

4°. Fu fatta una quarta serie di esperimenti per vedere se, impoverendo l'organismo di materiali nutritizi, mediante un digiuno più o meno prolungato, anche l'epitelio germinativo risentisse le condizioni del mutato metabolismo.

---

gati furono l'*Indaco* e la *Rubina,* ottenendo così soluzioni di colore verdastro o rosso-intenso. In entrambi i casi la sostanza colorata fu riscontrata, sebbene in minima parte, nel peritoneo.

A tale scopo fu tenuta in digiuno semi-completo una coniglia giovane in calore, a cui veniva somministrata una piccolissima quantità della razione del cibo ordinario, e ciò allo scopo di mantenerla in vita il più lungo tempo possibile. Fu uccisa dopo 20 giorni ed all'esame delle sezioni si è trovata la superficie dell'ovaia coperta da un epitelio atrofico per le dimensioni più piccole del normale, con nuclei costituiti da una massa compatta, intensamente colorata, in cui non era più possibile scorgere alcuna struttura, e con protoplasma ridotto, jalino e più chiaro attorno ai nuclei, come si vede nella fig. 8ª, tav. I.

Le modificazioni dell'epitelio e più di tutto la *cromolisi* nucleare è perfetta-di accordo con quanto si sa sulla degenerazione, atrofia e morte delle cellule, qualmente ci viene indicata dalle ricerche di Pfitzner (¹), Lukyanow (²) ed altri, come Gemming, Arnold. È da ritenere quindi che il digiuno prolungato, mettendo l'epitelio germinativo in condizioni anormali, ne determini la morte, il che dimostra ancora di più che l'epitelio stesso sia un organo attivo, che partecipa al metabolismo generale dell'organismo.

Appendice (*Albuginea*, *stroma connettivale*, *capillari*). — Come avanti ho accennato, lo strato connettivale sottostante all'epitelio germinativo, che fu impropriamente detto *albuginea*, subisce delle modificazioni che sono concomitanti con la funzione di assorbimento dell'epitelio. Tale strato, che nel normale è compatto, essendo costituito da fibre parallele o incrociate strettamente unite, e che ha uno spessore relativamente piccolo, durante l'assorbimento si vacuolizza, le fibre si allontanano fra loro e perciò diventa più spesso. I vacuoli sono in diretta continuazione con quelli avanti descritti alla base delle cellule epiteliali, cosicchè è da ritenere che essi, formatisi per l'attività dell'epitelio soprastante, contengano le sostanze penetrate dall'esterno.

Ma, oltre a tali vacuoli, in una fase molto avanzata di assorbimento, quale si riscontra in sezioni di ovaie di coniglie uccise 24 ore o più giorni dopo le iniezioni, le cellule epiteliali, mediante prolungamenti protoplasmatici della base, come si osserva nella fig. 3ª, tav. I, sono in diretta continuazione con lo stroma connettivale, nel quale vengono versati alcuni prodotti del metabolismo cellulare, i quali si mostrano come corpi o granuli fortemente colorati, che sono sparsi lungo le maglie della rete connettivale.

Quale possa essere il destino di tali corpi, come avanti si è detto, è difficile poterlo precisare, non ostante che quasi con gli stessi caratteri si rinvengano globuli nella teca dei follicoli, nella granulosa, nella zona pellucida e nell'ooplasma; però essi attestano che l'epitelio per un'attività specifica elabora delle sostanze che, in seguito all'esagerata funzione di assorbimento, si rendono più evidenti.

La sostanza liquida che forma i vacuoli e che, secondo me, è il prodotto proprio dell'assorbimento, depositandosi nello stroma connettivale in grande quantità, special-

(¹) Pfitzner, *Zur pathologischen Anatomie des Zellkerns*. Wirchow's Archiv. 1886.

(²) Lukyanow, *Elements de Pathologie cellulaire*. Paris, 1895.

Sur les modifications du volume des noyaux des cellules hepatiques ches la souris blanche sous l'influence de l'inanition complète et incomplète, comparativement à l'alimentation normale. Arch. Soc. Biol. Inst. Imper. Med. T. VI, St. Petersburg, 1897.

mente quando l'assorbimento è stato molto attivo, si coagula con i reagenti adoperati e specialmente con i fissatori a base di sublimato, per cui talora si osserva sotto l'epitelio, in quasi tutta la *porzione corticale* dell'ovaia, una sostanza compatta, che non si colora e che unisce tutte le maglie del connettivo.

Nello strato corticale si trovano dei capillari sanguigni, i quali spesso giungono fin sotto l'epitelio. Tali capillari, che si dipartono da tronchi maggiori posti attorno ai follicoli ovarici, come si vede nella fig. 11ª della tav. I, possono assorbire direttamente le sostanze penetrate nel connettivo e portarle in contatto delle cellule parietali della granulosa. Ma, oltre a tale via, le sostanze assorbite potrebbero giungere alla formazione ovulare per mezzo del connettivo stesso. Difatti, i fasci connettivali, dipartendosi dalla cosidetta *albuginea*, ed internandosi nella massa dell'ovaia, giungono direttamente nella *zona dei follicoli* immediatamente sottostante, e li avvolgono per formare la *teca*. Tale disposizione viene messa in evidenza benissimo da colorazioni doppie, ottenute con *ematossilina ferrica* e *carminio ammoniacale*, in ovaie di piccole coniglie iniettate di lecitina, poichè la rete connettivale si colora fortemente in rosso vivo. Essendo il carminio ammoniacale un colorante microchimico delle sostanze fosforate, la colorazione così viva assunta dalla rete connettivale parrebbe essere dovuta alla presenza della lecitina assorbita e portata in circolo dagli spazî interstiziali del connettivo.

Struttura e funzione della granulosa - Particolarità dei corpi di Call ed Exner - Liquor folliculi.

Quando si è costituita la cavità follicolare ed il *cumulo* o *disco proligero* si è raccolto attorno all'uovo, il follicolo ovarico si può dire quasi maturo. In tale stadio si possono distinguere diversi elementi cellulari, varî per forma e funzione, e ciò relativamente alla loro posizione rispetto all'ovo od alla teca del follicolo.

Seguendo i più recenti osservatori, si distinguono:

1. Le cellule parietali, in immediato contatto con la teca del follicolo.
2. I *retinacula* o cellule di connessione.
3. Le cellule *coronali*, che soprastano la *zona pellucida*.

Oltre a tali cellule, nell'esame del follicolo, allo stadio che si considera, è da notare la sostanza intercellulare, i *corpi di Call ed Exner* e gli elementi del liquido follicolare.

Parlerò partitamente di ciascun elemento, considerandolo nelle coniglie normali, in quelle ipernutrite, mediante le iniezioni di Lecitina ed in quelle esaminate durante l'inanizione o la gravidanza.

In generale può ritenersi che le variazioni osservate in tali condizioni siano in rapporto al metabolismo dell'organo ovarico, poichè la granulosa è un apparecchio assorbente ed elaboratore delle sostanze che giungono dall'esterno. Molti autori hanno parlato di materiali che giungono al follicolo dall'esterno, il che era facile ad affermarsi, osservando lo strato interno della teca connettivale che è riccamente vasco-

larizzato; però solo il Regaud e Policard [1] descrissero speciali corpi che si trovano nella teca e nelle cellule della granulosa e che hanno un valore per la nutrizione dell'ovo. Tali corpi, che si rinvengono in stadî molto precoci dello sviluppo degli oociti, diminuirebbero, secondo gli stessi Autori, col crescere del follicolo; cosicchè, quando si è formato il *liquor folliculi*, essi sono più piccoli e meno abbondanti, mentre l'ooplasma ne sarebbe riccamente provvisto.

Oltre a tali accenni niente di più concreto si trova nella letteratura che positivamente comprovi il comune asserto, circa alla funzione di assorbimento del follicolo, ed al suo ufficio come organo di nutrizione dell'oocite.

Vero è che il Paladino [2] descrisse per il primo le connessioni che legano fra loro le cellule della granulosa, conchiudendo che esse rappresentino un efficace sistema per la distribuzione dei succhi e quindi per la nutrizione dell'ovo; però tale verissima costatazione di fatto non ci indica nè come entrano le sostanze nè il vero ufficio delle cellule tra loro connesse da ponti protoplasmatici.

Nello stadio sopra indicato le *cellule parietali*, che sono in immediato contatto con gli elementi della teca del follicolo e con i capillari, si presentano con i caratteri di cellule assorbenti, specialmente se le ovaie sono esaminate all'epoca dei calori. Alcune di tali cellule, infatti, come si osserva nella fig. 1ª, tav. II, hanno il nucleo spostato verso la base, mentre il protoplasma esterno, che trovasi in contatto con lo strato interno della *teca*, è molto allungato. Altre cellule invece hanno il nucleo spostato verso l'esterno quasi a contatto della teca, mentre il protoplasma sottostante o interno si rende evidentissimo. Altri elementi hanno il nucleo centrale con protoplasma esterno ed interno pressochè uguale.

Gli atteggiamenti su descritti, che non furono sufficientemente apprezzati da altri, attestano che nel primo caso la cellula assorbe dalla teca o direttamente dai capillari con cui è a contatto, come si vede dalla stessa fig. 1ª, i materiali giunti con il sangue o con gli spazî interstiziali del connettivo; mentre nel secondo caso i materiali assorbiti passano nel segmento interno delle cellule, per cui il nucleo si sposta verso l'esterno.

Nel terzo caso, avanti riferito, la cellula è in un periodo di riposo rispetto alla funzione di assorbimento.

Tutte le cellule parietali sono connesse con le cellule sottostanti da tramezzi o ponti protoplasmatici, per cui le sostanze assorbite dall'esterno passano in queste ed in ultimo giungono all'ovo.

Se non che le cellule sottostanti alle parietali, che sono le cellule di connessione o *retinacula*, hanno altra funzione. Esse, difatti, presentano speciali caratteri per i quali è da ritenere che elaborino, a guisa di cellule secernenti, i materiali che ricevono per mezzo delle cellule parietali. Come si osserva nella fig. 13ª, tav. I, i *re-*

[1] Regaud Cl. et Policard A., *Notes histologiques sur l'ovaire des Mammifères.* III. *Sécrétion par les cellules folliculeuses d'un produit particulier, et accumulation de ce produit dans le protoplasma de l'ovule, chez le Chien.* Association des Anatomistes, 1901.

[2] Paladino, loc. cit.

tinacula sono costituiti da cellule irregolarmente stellate, che con i prolungamenti si anastomizzano con le vicine. Tale connessione viene però in qualche modo mascherata dai materiali elaborati dalle cellule stesse, che si accumulano alla periferia di ciascun elemento, formando spesso degli spazî interepiteliali vistosi pieni di sostanze omogenee o granulari, che si colorano intensamente in nero o violetto-scuro con l'Ematossilina ferrica. Quando queste sostanze sono in poca quantità ogni *retinacula*, come si osserva nella stessa figura, risulta da un nucleo centrale circondato da protoplasma compatto, al quale segue uno strato di protoplasma periferico vacuolizzato, il quale alla sua volta porta esternamente degli ammassi variamente conformati, granulari o compatti, fortemente tingibili. Tale sostanza non solo si trova alla periferia delle cellule, formante strati più o meno sottili di granuli ovvero blocchi vistosissimi, ma anche lungo i ponti protoplasmatici di connessione tra un *retinaculum* e l'altro; cosicchè è da ritenere che essi da una parte siano versati negli spazî interepiteliali e dall'altra possano anche passare da una cellula all'altra.

Che tali prodotti, giunti dall'esterno ed elaborati dai *retinacula*, siano utili per la vita dell'ovo e siano destinati a formare una parte del deutoplasma si può dimostrare osservando comparativamente la granulosa in coniglie ipernutrite ed in coniglie tenute per più giorni in digiuno, come si vede nelle figg. 12ª e 13ª della tav. I. Nel primo caso i *retinacula* sono turgidi con nucleo rotondeggiante, (in alcuni casi fortemente colorato con cromatina ammassata) con protoplasma distinto in zona centrale compatta e periferica vacuolizzata e con abbondanti prodotti di elaborazione all'esterno. In questo caso i prodotti stessi per la loro abbondanza formano dei larghi spazî interepiteliali e nei punti dove le cellule sono più ravvicinate tra loro nascondono i tratti anastomotici tra una cellula e l'altra.

Nel secondo caso i *retinacula* sembrano quasi contratti, con nucleo più piccolo del normale ed a contorni raggrinzati, senza protoplasma centrale e periferico. Essi mancano di prodotti elaborati all'esterno e per ciò stesso i prolungamenti protoplasmatici, che legano le cellule fra loro, sono ben visibili. Al quale proposito è bene far notare che l'affermazione di Regaud e Dubreuil [1] che i *retinacula* abbiano forma globosa con qualche grosso prolungamento, non è esatta. Come si osserva nella granulosa delle coniglie digiunanti, tali elementi hanno forma irregolarmente stellata e ben definita, conforme alla descrizione di Paladino.

Con tali prolungamenti i *retinacula* periferici si connettono con prolungamenti similari delle cellule parietali, mentre quelli vicino l'ovo si connettono con le cellule coronali. Quando si è formata una larga cavità follicolare e l'uovo è quasi maturo, i *retinacula* della granulosa parietale pare che perdano il potere di trasportare le sostanze delle cellule parietali alle coronali; difatti, essi sono più piccoli e quasi in via di degenerazione. Alcuni di tali elementi, quelli cioè che sono più immediati alla cavità follicolare, si staccano in seguito dalla granulosa e, degenerando, entrano a far parte dei materiali del *liquor folliculi*.

[1] Regaud Cl. et Dubreuil G., *La costitution de la zone pellucide et les relations de l'épithélium folliculaire avec l'ovule dans l'ovaire de la Lapine.* Comp. rendus de l'Assoc. des Anatomistes, 1905.

Le *cellule coronali* hanno, come è noto, quasi la forma di una pera con protoplasma basale che s'inserisce sulla zona e nucleo spostato verso l'esterno. Il protoplasma soprastante al nucleo manda di tratto in tratto dei prolungamenti, che si anastomizzano con quelli dei *retinacula* vicini, cosicchè le cellule della *corona radiata* rappresentano l'ultima tappa del cammino che fanno le sostanze prima di giungere all'ovo. Le *cellule coronali* hanno tutto l'aspetto di elementi glandulari, perchè, oltre alla forma caratteristica, presentano il protoplasma che poggia sulla zona ora vacuolare, ora granuloso, ora filamentoso, a seconda dei reattivi adoperati. Tale affermazione, che precedentemente era stata sostenuta da altri, come Crety [1] per i Chirotteri, Regaud e Policard [2], Regaud e Dubreuil [3] per il coniglio ed il cane, trova in queste ricerche la migliore conferma, poichè, come si vede nelle figg. 7ª e 12ª della tav. II, tali cellule sono più vistose e con protoplasma soprastante la zona più sviluppato, dove maggiore è il materiale nutritizio, che vi è giunto per mezzo dei *retinacula*, come avviene di osservare spesso nei follicoli delle coniglie in calore o in quelli di coniglie ipernutrite mediante iniezioni di lecitina.

Quivi, concomitante con la forma delle cellule è anche più abbondante il materiale elaborato, il quale si raccoglie sopra la zona in uno strato vistoso di granuli e dentro la zona in un ammasso, che rende la zona stessa fortemente colorata in nero, adoperando come colorante l'Ematossilina ferrica o in azzurro con il Reattivo molibdico-stannoso.

La forma glandulare delle cellule, che soprastano l'oocite, si rende però molto evidente quando il follicolo è monostratificato come si osserva nella fig. 2ª della tav. III. Quivi le cellule sono allungate con nucleo all'esterno e protoplasma sottostante assottigliato e pieno di globuli, che dànno l'aspetto di una massa vacuolizzata simile al secreto di molte cellule grandulari. È anche notevole il fatto che tale struttura delle *cellule coronali* nei follicoli monostratificati è molto evidente nelle ovaie delle coniglie lecitinate, il che attesta che il trattamento influisca nell'attivare i fenomeni della secrezione negli epiteli dell'ovaia.

Nelle coniglie tenute in digiuno, come si osserva nella fig. 12ª della tav. I e nella fig. 10ª, tav. II, le cellule coronali, pur conservando la forma ordinaria, avanti descritta, mancano nella parte basale, in contatto con la zona, di sostanze granulari o filamentose, come avanti furono descritte per le coniglie normali o ipernutrite artificialmente. Una particolarità degna di nota si è che nelle coniglie digiunanti talora si osserva una distruzione delle cellule della granulosa per un processo di cromolisi che attacca i nuclei. Questi, difatti, appariscono spesso come punti nerastri, che si dissolvono e si spargono fra le cellule, provocando degli spazî che nulla han di comune con gli spazî interepiteliali, che si producono normalmente per accumulo di materiali elaborati.

Particolarità dei corpi di Call ed Exner. — Intorno a tali speciali formazioni della granulosa molto si è discusso. Le opinioni al riguardo sono state le

[1] Crety C., *Contribuzione alla conoscenza dell'ovario dei chirotteri.* Ricerche Lab. Anat. norm. Roma, 1893.

[2] Regaud e Policard, loc. cit.

[3] Regaud e Dubreuil, loc. cit.

più disparate, nè fin oggi si è venuti ad un qualsiasi accordo nell'assegnare ai detti corpi il loro vero significato. I più recenti osservatori, avendo seguito la stessa via dei loro predecessori, nulla di più positivo hanno aggiunto a quanto avevano detto Flemming [1], Paladino [2] Rabl [3], Honoré [4] e moltissimi altri. Io invece, essendomene discostato ed avendo potuto artificialmente apportare delle modificazioni in tutta la struttura dell'ovaia, ho potuto rilevare alcune particolarità, che sono molto significanti per la funzione dei Corpi di Call ed Exner.

Per chi volesse avere un'idea dell'estesa letteratura su tale argomento può consultare i recenti lavori italiani di Levi [5] e Ragnotti [6], i quali ne hanno fatto una minuta analisi.

Il contenuto dei corpi in questione non ha sempre la stessa struttura e ciò relativamente al metabolismo speciale della granulosa. In tutti i casi però, le cellule che limitano detti corpi sono di forma allungata, con nucleo sîtuato verso l'esterno e protoplasma sottostante, che limita il contenuto del corpo di Call, molto sviluppato, simile a quello delle cellule secernenti. Che tale sia il loro ufficio si può arguire, osservando un *Corpo di Call* della granulosa di coniglia ipernutrita, mediante le iniezioni di lecitina. In questo caso, infatti, come si vede nella fig. 3ª della tav. II, il contenuto è costituito da granuli vistosi, che si colorano intensamente con l'ematossilina ferrica, similmente a quanto si è osservato alla periferia delle cellule, dette *retinacula*, ed alla base delle cellule *coronali* o, come si dirà, nell'interno della zona pellucida. Alcuni di detti granuli sono disposti alla periferia a contatto con il protoplasma basale delle cellule che delimitano il contenuto del corpo stesso.

In altre di tali formazioni il contenuto è costituito da una rete, che non si colora con l'Ematossilina ferrica di Heidenhain per la mancanza delle sostanze globulari avanti descritte. In questo caso, come si osserva nella fig. 2ª della tav. II, il metabolismo della formazione in discorso è poco attivo; difatti, il corpo di Call si presenta con tali caratteri nelle coniglie esaminate durante la inanizione e prima dell'epoca dei calori o solo in qualche caso durante tale periodo.

Il contenuto dei corpi di Call viene versato negli spazî interepiteliali ed in ultimo fa parte del *liquor folliculi*, come si osserva nella fig. 3ª, tav. II, in cui chiaramente si vede che il contenuto stesso si fa strada fra le cellule limitanti il corpo di Call per versarsi all'esterno. Per tale constatazione bisogna ammettere che le cellule dei corpi di Call ed Exner preparino con un processo analogo a quello dei *retinacula* una parte del materiale nutritivo, che in ultima analisi serve per lo sviluppo dell'oocite. Come si vede nella stessa figura, le cellule che limitano tali corpi sono

[1] Flemming W., *Regeneration verschiedener Epithelien*. Archiv. für Mikrosk. Anatomie, Bd. 24, 1883.

[2] Paladino G., loc. cit.

[3] Rabl H., *Beitrag zur Histologie des Eierstockes des Menschen und der Säugethiere*. Anat. Hefte (Merkel e Bonnet), 1898.

[4] Honoré Ch., *Recherches sur l'ovaire du Lapin*. Arch. de Biologie, t. XVII, 1900.

[5] Levi G., *Dei corpi di Call ed Exner dell'ovaja*. Mon. Zool. ital., 1902.

[6] Ragnotti G., *Contributo all'istologia dell'ovaia dei Mammiferi*; *L'origine ed il significato dei corpi di Call ed Exner*. Annali della Facoltà di Medicina di Perugia, 1902.

legate con i *retinacula* vicini, mediante anastomosi protoplasmatiche, per cui anche per questo fatto è da ritenersi che i corpi istessi non siano altro che punti speciali dove si raccoglie il materiale deutoplasmico.

La prima origine però di tali formazioni è da ricercarsi nella speciale disposizione di alcune cellule della granulosa, le quali formano quasi il centro, attorno a cui si adattano radialmente le cellule che limitano i corpi di Call ed Exner.

Come si vede nelle figure 4ª e 5ª della tav. II, prese da follicoli quasi maturi di ovaie appartenenti a coniglie di quattro mesi ed iniettate con soluzione di lecitina, il contenuto di detti corpi è costituito esclusivamente da una o due cellule con nucleo quasi atrofico e protoplasma avente vari prolungamenti che s'impiantano sulle cellule circonvicine, che limitano il corpo di Call. Tali cellule, che furono ammesse come semplice ipotesi, ma non vedute dai precedenti osservatori, quali Flemming (¹) Rabl (²) ed altri, attestano che esse siano la prima sorgente dei corpi di Call. Il Nagel (³) sostenne d'altronde, però in tutt'altro senso, che nei piccoli follicoli esisterebbero delle grosse cellule, che, trasformandosi, nei follicoli più sviluppati darebbero luogo ai corpi in questione. Attorno alle cellule che io ho raffigurato, che ben presto si dissolvono, e che formano il primo nucleo del materiale deutoplasmico del corpo di Call, i *retinacula* vicini si adattano radialmente, acquistando una più spiccata forma di cellule glandulari. Le *cellule centrali* dei corpi di Call sono in origine dei *retinacula*, perciò ad esse non può essere annesso un particolare significato di Nährzellen, come negli Insetti (Nagel).

Liquor folliculi. La prima sorgente del materiale che forma il liquido follicolare è da ricercarsi nella teca dei follicoli, dove giunge con il sangue e con gli spazî interstiziali del connettivo. Quivi, difatti, come già ammisero Regaud e Policard (⁴) si trovano nel protoplasma delle cellule connettivali, dei prodotti di secrezione i quali sono simili a quelli che si rinvengono nelle cellule della granulosa e dell'ooplasma. Come si vede nella fig. 4ª, tav. II, io ho osservato tali globuli fuori delle cellule connettivali, al di sopra delle cellule parietali della granulosa, le quali assumono tale materiale per farlo giungere, con i processi sopra indicati, nell'oocite. Tale figura fu ricavata da sezioni di ovaia presa da una coniglia ipernutrita, cosicchè ritengo che mediante il trattamento da me praticato i materiali lecitici possono anche giungere alla formazione ovulare direttamente mediante gli spazî interstiziali del connettivo, rendendosi perciò stesso più evidenti e quindi più apprezzabili all'esame microscopico.

Nei follicoli polistratificati, come si osserva nella fig. 8ª della tav. III, in cui ancora non è alcun accenno di spazî follicolari, tra una cellula e l'altra si trova già una sostanza che si colora intensamente in nero con l'*Ematossilina ferrica* o in azzurro con il *Reattivo molibdico-stannoso*. Tale sostanza di un aspetto omogeneo forma qua

(¹) Flemming W., loc. cit.
(²) Rabl H., loc. cit.
(³) Nagel W., *Das Menschliche Ei*. Arch. für Mikrosk. Anat., Bd. 31, 1888.
(⁴) Regaud Cl. e Policard A., loc. cit.

e là dei cumuli e, specialmente nelle coniglie lecitinate, abbraccia tutte le cellule, dalle più esterne o parietali alle più interne o coronali, dove si unisce con i materiali della zona pellucida.

Nell' ulteriore sviluppo tale sostanza, in punti determinati, aumenta notevolmente, cosicchè si costituiscono degli spazi più o meno larghi, i quali sono limitati dalle cellule dette *retinacula*. Tali spazî sono di forma irregolare e perciò ben distinti dai corpi di Call avanti descritti; talvolta essi comunicano fra loro formando spazî molto grandi, i quali poi in ultimo costituiscono la cavità follicolare.

Il contenuto dei detti spazî interepiteliali o della cavità follicolare, nelle coniglie leticinate, è costituito in generale da materiale liquido e da globuli di varia grandezza, i quali si tingono fortemente in nero o violetto con l' Ematossilina ferrica o in azzurro con il reattivo molibdico-stannoso. Talora, oltre tali globuli, nelle coniglie in calore si osservano dei corpi minutissimi di forma allungata simili ai cristalloidi che si rinvengono, come si dirà in uno dei prossimi capitoli, nel vitello delle uova. Da ciò può arguirsi che le sostanze che compongono il liquido follicolare siano della stessa natura chimica di quelle che formano nell' uovo il deutolecite, come meglio sarà esplicato nei prossimi capitoli.

Nelle coniglie digiunanti il *liquor folliculi*, sia negli spazî interepiteliali, sia nelle grandi cavità follicolari è affatto privo di globuli e di cristalloidi ed è costituito da una sostanza omogenea incolore.

Lo stesso si osserva nei follicoli delle coniglie giovani di 4-5 mesi, sagrificate prima che raggiungessero l'epoca dei calori, il che conferma che in tale epoca il metabolismo dell'organo ovarico è poco attivo.

Nell'epoca dei calori però, non in tutti i follicoli il liquido contenutovi si presenta ricco di sostanze globulari o mieliniche e di cristalloidi, perchè alcuni ne sono poco o punto provvisti, il che d'altra parte ci attesta che il metabolismo varia da una formazione ovulare all'altra.

Oltre a tali materiali, nel *liquor folliculi* si trovano elementi cellulari in via di disfacimento, i quali non sono altro che elementi della granulosa e propriamente *retinacula*, che, perdendo le connessioni con le cellule soprastanti e trovandosi vicino alla cavità folliculare si atrofizzano e si distaccano. La partecipazione delle cellule della granulosa alla formazione del liquido follicolare non è, come si crede da alcuni, la prima tappa di questo processo, poichè, come avanti si è detto, il primo inizio degli spazî interepiteliali, che dopo formano la cavità follicolare, è il materiale nutritizio proveniente dalla teca e che viene elaborato dai *retinacula*. La presenza di elementi cellulari si osserva a sviluppo molto inoltrato e propriamente quando i *retinacula*, per la raccolta di abbondanti materiali nutritizî nella cavità follicolare, non funzionano più.

Nel digiuno invece le cellule della granulosa parietale, in contatto con il *liquor folliculi*, degenerano per *cromolisi*, come avanti si è detto, e si distaccano; cosicchè in tali condizioni nel liquido follicolare si osservano numerosi elementi degenerati. Tale processo degenerativo, che si ripetè su larga scala nella granulosa delle Coniglie digiunanti, fa ritenere che le cellule si distruggano per provvedere l'ovo di quei mezzi nutritizî che non giungono più dall'esterno.

Struttura e funzione della zona pellucida.

In una Nota ([1]) sullo stesso argomento misi in rilievo le contradizioni esistenti circa alla costituzione della *zona pellucida* ed alla sua partecipazione ai fenomenti di nutrizione dell'ovo nei Mammiferi. Molte congetture furono fatte per risolvere i varî problemi che ad essa si collegano, però nessuna di esse, non essendo corredata da prove sperimentali e potendosi per ciò tutte egualmente sostenere, ha condotto a risultati decisivi, non ostante morfologi fra i più cospicui, come Waldeyer ([2]), Van Beneden ([3]), Nagel ([4]), Flemming ([5]), Retzius ([6]), Paladino ([7]), ecc., se ne siano occupati.

Da quelli che ritennero essere la *zona* una membrana senza struttura, come ammise il Sobotta ([8]) per il topo, a quelli che la ritennero attraversata da poro-canali, per cui passano prolungamenti protoplasmatici delle cellule soprastanti, come ammisero Pflüger ([9]) e Van Beneden ([10]), si giunge all'opinione oggi comunemente accettata dai morfologi e consacrata nei Trattati, come nel *Manuale d'Istologia* del Kölliker, redatto da v. Ebner ([11]), cioè che la zona sia costituita da prolungamenti o ponti protoplasmatici, i quali metterebbero in relazione l'ovo con la granulosa. Tali ponti, che emanano dalle cellule della granulosa ovulare e che furono sostenuti da Flemming, Retzius, Paladino, Kolossow, Heape ([12]) ed altri, formerebbero l'impalcatura della

([1]) Russo A., *Prime ricerche dirette a determinare la permeabilità e la struttura istochimica della zona pellucida nei mammiferi.* Boll. Acc. Gioenia di sc. nat. Catania, 1906.

([2]) Waldeyer W., *Die Geschlechtzellen* in O. Hertwig Handbuch Entw. Wierb., Jena, 1903.

([3]) Van Beneden E., *Contribution à la connaisance de l'ovaire des mamiferes.* Arch. de Biol., t. I, 1880.

([4]) Nagel W., *Des menschliche Ei.* Arch., für Mikr. Anatomie, Bd. 31, 1888.

([5]) Flemming W., *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung.* Leipzig, 1882.

([6]) Retzius G., *Die Intercellularbrücken des Eierstockeies und die Föllikelzellen sowie über die Entwicklung der Zona pellucida.* Verhand. Anat. Gesels. Berlino, 1889.

([7]) Paladino G., *Ulteriori ricerche sulla distruzione e rinnovamento continuo del parenchima ovarico dei mammiferi.* Napoli, 1887.

I ponti intercellulari tra l'uovo ovarico e le cellule follicolari e la formazione della zona pellucida. Anat. Anzeiger, 1890.

([8]) Sobotta I., *Ueber die Bildung des Corpus luteum bei der maus.* Arch. f. Mikrosk. Anatomie, 1896.

([9]) Pflueger E. F. I., *Ueber die Eierstöcke der Säugesthiere und des menschen.* Leipzig. 1863.

([10]) Van Beneden E., loc. cit. Vedi anche: *Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf basées sur l'étude de son mode de formation et des premiers phénomenes embryonaires.* Memoire cour. Ac. de Belg., 1870.

([11]) v. Ebner V., *Koelliker's Handbuch der Gewebelehre des menschen.* Zweite Hälf. Leipzig, 1902.

Ueber das verhalthen der Zona pellucida zum Ei. Anat. Anzeiger, 1900.

([12]) Heape W. *Ovulation and Degeneration of Ova* in the Rabbit. Proceeding of the Roy. Soc. London, 1905.

The Development of the Mole; The Ovarian Ovum. Quart. Journ. of Micr. Sc., 1886.

membrana ovulare, la quale sarebbe completata da una sostanza fondamentale, che insieme a quelli formerebbe la *zona pellucida.*

Pur dispensandomi dal fare una minuta esposizione bibliografica sull'argomento, perchè si trova già fatta nel Trattato citato del Kölliker, non posso esimermi dal tener presente un lavoro di Regaud e Dubreuil (¹), comparso quasi contemporaneamente alla mia Nota. I due autori si schierano recisamente contro l'opinione generale, cioè della connessione tra l'ooplasma e la granulosa mediante ponti protoplasmatici, e dànno una conferma ai risultati sperimentali da me già annunziati. Essi però, mentre interpretano le strie come sostanza proveniente da uno strato esterno alla zona, che chiamano *feltrato* per essere fatto da filamenti intrecciati e che corrisponde allo strato granulare esterno di *Waldeyer*, non dànno alcuna prova concreta del passaggio delle sostanze. Del resto, anche il Crety (²) ha parlato di sostanze nutritizie contenute nella *zona pellucida*, che sotto l'azione dei liquidi fissatori si conformano in filamenti intrecciati, però tale supposizione non è stata in alcun modo dimostrata. Anche il Paladino, pur sostenendo sempre i ponti protoplasmatici, dice che la *zona pellucida è da considerarsi quale addensamento del materiale di nutrizione preparato all'ovo dal disco proligero.* (Cfr. Istituzioni di Fisiologia. Napoli, 1904).

Come si è fatto per la granulosa, per potere sorprendere i varî atteggiamenti della zona pellucida ed assegnarle meglio il significato funzionale, le osservazioni furono ripetute su ovaie di coniglie sacrificate in diverse condizioni: naturali, cioè dipendenti dall'età dell'individuo o dalla gestazione, ed artificiali, cioè dopo il digiuno o la ipernutrizione, ottenuta mediante le iniezioni di *Lecitina.*

Qualunque sia la condizione delle coniglie in esame, si può riconoscere che in diversa misura due elementi costituiscono la *zona pellucida* e che essi si sviluppano in due momenti diversi della vita dell'ovo, rendendosi ora più ora meno evidenti, a seconda lo speciale metabolismo della formazione ovulare. Anche Regaud e Dubreuil (³) constatarono che due sostanze, di cui una fondamentale e l'altra intercalata, prendono parte alla formazione della zona; però, nulla di più dicono sulla loro natura, sulla loro origine e sul loro ulteriore destino.

Uno degli elementi, che forma la parte fondamentale della zona, come si osserva nella fig. 1ª e 2ª, tav. III, comincia a costituirsi negli oociti più piccoli con follicolo monostratificato, a cellule quasi cubiche, ed è di un colorito giallastro, colorando con l'Ematossilina ferrica, dietro fissazione con il sublimato-alcoolico; esso ha inoltre un aspetto compatto e mostrasi aderente alla superficie dell'oocite. Tale strato è una diretta emanazione delle cellule follicolari, le quali, come si è detto nel capitolo precedente, si comportano nella stessa maniera delle cellule glandulari, avendo un nucleo

(¹) Regaud Cl. et Dubreuil J., *La costitution de la zone pellucide et les relations de l'épithélium folliculaire avec l'ovule dans l'ovaire de la Lapine.* Compt. rendus de l'Assoc. des Anatomistes, 1905.

(²) Crety C., *Contribuzione alla conoscenza dell'ovario dei Chirotteri.* Ric. Lab. Anat. norm. Roma, 1893.

(³) Regaud et Dubreuil, loc. cit.

spostato verso l'estremità distale, mentre il protoplasma soprastante l'ooplasma è allungato e di aspetto granuloso o globulare.

In oociti più sviluppati, con follicolo monostratificato a cellule più che cubiche, allungate, o in quelli in cui cominciano a formarsi nuovi strati cellulari, un nuovo elemento entra a far parte della zona pellucida e che si aggiunge alla sostanza già elaborata nel primo momento dello sviluppo dell'oocite.

Tale elemento, come fu detto nel Capitolo precedente, giunge alla formazione ovulare per mezzo del sangue o degli interstizî connettivali e rappresenta il materiale di nutrizione, che in ultimo entra a far parte delle sostanze deutoplasmiche dell'oocite. Come si vede nella fig. 4ª della tav. III, tale sostanza, che si distingue da quella precedentemente elaborata dal follicolo, per la sua colorazione nera intensa, adoperando l'Ematossilina ferrica, o azzurra, trattando le sezioni con il reattivo molibdico-stannoso, in origine si presenta come tanti punti, più o meno vistosi, i quali sono regolarmente situati l'uno vicino l'altro, a guisa di rosario, nella spessezza della membrana fondamentale che copre l'oocite.

In stadî più avanzati di oociti con follicolo polistratificato, in cui comincia a formarsi il liquido follicolare, come si osserva nelle figg. 7ª, 12ª, 13ª, tavv. II, e 6ª, 7ª, tav. III, per l'abbondante accumulo di detti globuli, la zona si presenta costituita da uno strato intensamente colorato in nero, qua e la interrotto, il quale si adagia sull'ooplasma.

Tale strato, che copre l'ovo a guisa di una fascia, in corrispondenza delle cellule coronali è molto sbiadito, quasi giallastro, simile alla sostanza fondamentale della zona e si continua con il protoplasma delle cellule coronali stesse. Questo nel punto di connessione con la zona, presenta un addensamento di granuli, che si colorano in nero con l'Ematossilina ferrica, formando nell' insieme uno strato granuloso caratteristico soprastante la zona, che corrisponde allo *strato feltrato* (¹) descritto da Regaud e Dubreuil. Gli stessi autori, quasi contemporaneamente alla Nota da me pubblicata precedentemente sullo stesso argomento, ammisero, come io avevo fatto, che in tale strato convengono i materiali elaborati dalle altre cellule della granulosa o che direttamente giungono dall'esterno, mediante spazî interepiteliali. Difatti, lo strato punteggiato di cui è parola, negli interstizî posti tra una cellula coronale e l'altra, si continua con le sostanze depositate fra le cellule dette *retinacula*, come si vede nelle figg. 8ª e 10ª della tav. III.

In alcune ova, che hanno raggiunto la maturità, come si osserva nella fig. 9ª della tav. III, la zona non sempre è tutta colorata in nero. In tal caso essa risulta dalla sostanza fondamentale giallastra e da tratti esigui neri, situati nel centro dello spessore della zona, i quali, veduti con medio ingrandimento, sono sfumati da una parte verso il vitello, dall'altra verso la granulosa.

(¹) L'apparenza di fili o di granuli è dovuta alla fissazione delle ovaie. Difatti, ho osservato che, fissando con una miscela in parti uguali di Sublimato in soluzione acquosa satura ed Alcool 90°, a cui si aggiungono poche gocce di Acido acetico, il protoplasma delle cellule coronali soprastante la zona è granuloso, mentre, fissando con il metodo di Benda e colorando con Ematossilina ferrica, è filamentoso.

Analizzando però tali punti, con un'obbiettiva ad immersione, si osserva che, mentre la parte centrale è uniformemente nera, la parte periferica, sfumata, è costituita da strie irregolarmente raggiate, tra loro spesso anastomizzate e di colore anche nero.

Tali strie partono dallo strato granuloso esterno, sottostante alle *cellule coronali*, ed, internandosi nella *zona*, si uniscono alle piastre nere, le quali non sono che cumuli omogenei della stessa sostanza, di cui le strie sono costituite. Dai cumuli si dipartono altre strie simili alle precedenti, le quali, attraversando il resto della zona, sboccano in corrispondenza del vitello dell'ovo.

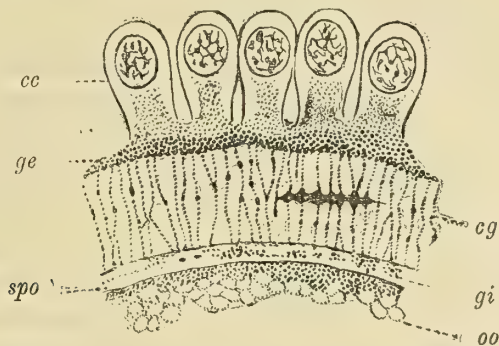



Figura schematica per mostrare il passaggio delle sostanze mieliniche attraverso la parte fondamentale della zona pellucida. — Ovo maturo. — *cc*) cellule coronali; *cg*) correnti di granuli nella zona; *ge*) strato granulare esterno; *gi*) granuli che hanno attraversato la zona; *oo*) ooplasma; *spo*) spazio perivitellino.

Che i cumuli neri siano costituiti dagli stessi materiali contenuti nelle strie si può dimostrare, osservando le strie stesse, le quali, quando sono isolate in tutto lo spessore della zona, risultano costituite da una serie di puntini minutissimi, mentre di tratto in tratto appaiono dilatate per ristagno od accumulo dei granuli. In sostanza le strie non sono che correnti di passaggio dei materiali preparati dalla granulosa, materiali che si presentano sotto forma granulare o *mielinica*, che è caratteristica delle Lecitine, di cui molto probabilmente tali globuli sono costituiti.

Che i detti granuli siano destinati ad arricchire il vitello di *materiali deutoplasmici*, oltre alla identica costituzione delle strie poste sotto i cumuli neri, si può desumere anche dal fatto che essi si rinvengono sotto la zona, come si osserva nelle stesse figg. 9ª e 10ª delle tav. III. La prima di esse, come si vede, rappresenta un ovo ipernutrito prossimo ad uscire dal follicolo, in cui si è formato uno *spazio perivitellino*, il quale mostra dei granuli neri isolati o in gruppi provenienti dalla zona.

In alcuni punti, specialmente nella fig. 10ª, che rappresenta una porzione di ovo maturo molto ingrandita, è anche possibile osservare che allo sbocco delle strie sono ancora attaccati dei granuli non interamente fuoriusciti e prossimi a rendersi liberi dentro lo spazio perivitellino.

Nelle condizioni rappresentate dalle figure in esame, essendo l'ovo già maturo ed ipernutrito mediante le iniezioni di Lecitina, i granuli rappresentano un supero del materiale deutoplasmico, che l'ovo non prende più.

Regaud e Dubreuil ([1]), negando i ponti protoplasmatici ed ammettendo che la zona sia attraversata da strie provenienti dallo strato ad essa soprastante, descrissero al disopra dell'ovo, libero in uno spazio perivitellino, una membrana, che chiamarono *fenestrata epiovulare*, e che sarebbe una continuazione delle strie. Tale pretesa membrana, che non è sempre possibile osservare, non è altro che il materiale giunto alla superficie dell'ovo per mezzo della zona e che da questa si è liberato.

Anche il Von Ebner nel *Kölliker's Handbuch der Histologie* a pag. 519 del II vol., raffigura le strie della zona che alla base si uniscono in una membrana, che Regaud e Dubreuil ritengono identica alla epiovulare. La figura riportata da Kölliker però, a mio giudizio, rappresenta un ovo alterato dal fissatore, essendo stato l'ovo, come ivi è detto, trattato con il *liquido di Flemming*, che, con l'acido acetico, scioglie molte sostanze della zona, di cui lascia vedere il solo scheletro.

Circa ai rapporti della zona con l'oocite ed alla presenza di uno *spazio perivitellino*, da alcuni ammesso, come il Nagel ([2]), il Regaud e Dubreuil ([3]), da altri negato o ammesso con riserva, come il von Ebner ([4]), ho costantemente osservato che tale spazio dipende dallo stato di sviluppo della formazione ovulare e dal suo metabalismo. Difatti, negli oociti con follicolo monostratificato o polistratificato, anche con formazione di liquido follicolare, l'ooplasma aderisce intimamente alla zona, affinchè le sostanze necessarie allo sviluppo dell'ovo possano più agevolmente penetrarvi. Tale connessione in generale è molto intima quando la zona è ricca di materiali ed il metabolismo della formazione ovulare è molto attivo, non avendo mai osservato il distacco dell'ooplasma in simili casi, come si vede nelle figg. 7ª, 8ª, 9ª della tav. II e 5ª, 6ª, 7ª della tav. III. Al contrario tale distacco è più facile a vedersi, se non in tutta, in parte della superficie ooplasmica, quando le stesse sostanze nutritizie mancano nella zona, ed il metabolismo dell'ovaia è poco attivo, come nell' inanizione o nella gravidanza, nelle quali condizioni furono rappresentati due oociti con zona e *cellule coronali* nelle figg. 10ª e 11ª della tav. II.

Nelle ova mature ipernutrite invece, come avanti si è detto, lo spazio perivitellino è evidentissimo e pieno di granuli, che rappresentano il resto del materiale deutoplasmico non assorbito dal vitello (fig. 9ª, tav. III).

I caratteri della *zona pellucida*, avanti indicati, furono detratti in generale da ovaie di coniglie ipernutrite, in cui sono più apprezzabili, perchè esagerati dal trattamento praticato. Però la *zona* si presenta variamente conformata nelle coniglie normali, a norma dell'età o dello stato di pregnezza dell'utero, e nelle coniglie tenute in condizioni speciali, come il *digiuno* o l'*ipernutrizione*, ottenuta mediante l'iniezione di *lecitina*.

In generale può ritenersi che la *zona* segue il metabolismo di tutta la formazione ovulare; poichè essa è ricca di materiali nutritizî ovvero ne è priva, a seconda dello stato dell'individuo, ovvero varia da un uovo all'altro della stessa ovaia, a seconda dello speciale stato della granulosa e dell'ooplasma.

([1]) Regaud Cl. et Dubreuil J., loc. cit.
([2]) Nagel W., loc. cit.
([3]) Regaud Cl. et Dubreuil J., loc. cit.
([4]) von Ebner V., *Ueber das Verhalten der Zona pellucida zum Ei. Anat.* Anzeiger 1900.

Si possono però osservare dei casi in cui l'ooplasma e la granulosa siano ricchi di materiali deutoplasmici e la *zona* ne è priva, ovvero di *zone* ricche di tali materiali con ooplasma che ne è affatto o poco provvisto.

Nel primo caso bisogna ammettere che i materiali in quistione siano passati tutti nell'ooplasma, il quale, non essendosene ancora *saturato*, non permette che si affermino nella *zona*.

Come lo dimostra la fig. 5ª della tav. III, in cui i corpi cromatici, non avendo ancora invaso tutto il vitello, sono limitati alla periferia, nella zona si osservano solo le correnti di diffusione dei materiali provenienti dalla granulosa (vedi anche la fig. 8ª della stessa tav.).

Nel secondo caso bisogna ammettere che nella zona vi sia stato un ristagno dei materiali nutritizî i quali passeranno, nell'ulteriore sviluppo dell'oocite, in tutto o in parte nel vitello.

In tutti i casi però, quando il vitello si è saturato, per così dire, di tali materiali specifici, che secondo i risultati sperimentali da me ottenuti, sono utili soltanto per dare uno speciale indirizzo allo sviluppo dell'embrione, essi permangono nella *zona*, la quale talora, anche nelle ova prossime ad uscire dal follicolo, si presenta in tutto o in parte con la caratteristica colorazione nera quando si è trattato le sezioni con l'Ematossilina Heidenhain. Questo materiale, poichè la *zona* accompagna l'ovo nell'utero, secondo le osservazioni di Van Beneden [1] nei chirotteri, di Rein [2] nel coniglio e nel maiale, e di altri, deve avere anche la sua parte nei fenomeni che riguardano la prima nutrizione dell'embrione, mentre per il Paladino [3] essa sarebbe compita a spese della *neoformazione deciduale, che sostituisce la riserva del vitello nutritivo, che manca nell'uovo dei mammiferi* [4].

Senza contradizione per quanto ha messo in luce il Paladino, è da ritenere, per i fatti sopra esposti, che la zona non solo è una membrana di protezione per l'uovo e l'intermediaria per il passaggio delle sostanze che vengono elaborate nella granulosa, ma quanto essa stessa rappresenti in speciali condizioni un deposito di materiali specifici, che accompagnano l'uovo nell'utero, provvedendo in parte alla nutrizione dell'embrione nei primi momenti dello sviluppo e contribuendo con la loro presenza a dare un particolare svolgimento al processo ontogenetico.

Relativamente alla diversa partecipazione nella costituzione della zona pellucida dei materiali nutritizî, che si distinguono per la loro colorazione nera adoperando l'ematossilina ferrica, si può ritenere:

(1) Van Beneden E., *Observations sur la maturation, la fécondation et la segmentation de l'œuf chez les Cheiroptères,* Arch. de Biologie, T. I, 1880.

(2) Rein G., *Beiträge zur kenntniss der Reifungserscheinungen und Befruchtungsvorgänge am Säugethierei.* Arch. Mikr. Anatomie, Bd. 22, 1883.

(3) Paladino G., *Dei primi rapporti tra l'embrione e l'utero in alcuni Mammiferi.* Giornale dell'Assoc. dei Naturalisti e Medici, Napoli, 1889.

(4) Anche E. Emrys-Roberts ammise che i cosidetti *yolk-granules* dell'ovo fossero insufficienti a provvedere nei primi giorni allo sviluppo dell'embrione e che il contatto con il tessuto materno avvenisse 5 o 6 giorni dopo l'entrata dell'ovo nella tuba o utero. Cfr. a tale proposito di questo autore: *A preliminary Note upon the Question of the nutrition of the Early Eubrgo, with special Reference to the Guinea-Pig and Mau,* Procedings of the Roy. Soc. London, 1905.

1. Nelle coniglie giovani, uccise prima che avessero raggiunto l'epoca dei calori (4-5 mesi), la *zona pellucida* è costituita dalla sola sostanza fondamentale, che, come avanti si è detto, si tinge in giallastro con l'ematossilina ferrica.

2. Quando le coniglie hanno raggiunto l'epoca dei calori, solo la *zona* di alcune ova è fortemente colorata in nero per accumulo di sostanze specifiche; un'altra parte di ova ha *zona* chiara con poche radiazioni nerastre, le quali sono l'indice del passaggio delle poche sostanze elaborate dalla *granulosa*.

Questi due tipi di zona corrispondono, come si è detto per la granulosa e come sarà dichiarato per i materiali deutoplasmici del vitello, a due differenti tipi del metabolismo della formazione ovulare.

3. Nelle coniglie uccise durante il periodo della gravidanza la *zona* è anche sprovvista di quei materiali che si tingono in nero con l'Ematossilina ferrica.

4. Similmente si osserva in tutte le *zone* delle ova delle coniglie digiunanti.

5. Nelle coniglie ipernutrite, mediante le iniezioni di lecitina, la zona di tutte le ova si presenta intensamente colorata in nero per accumulo dei detti materiali, i quali alcune volte nascondono la sostanza fondamentale.

I corpi cromatici dell'ooplasma e la loro riproduzione sperimentale.

I fatti che verranno esposti in questo Capitolo hanno una speciale importanza per lo scopo di queste ricerche; primo perchè essi dimostrano che l'uovo può essere modificato artificialmente, secondo perchè in base a questi stessi fatti, possono distinguersi per la prima volta nei Mammiferi due sorta di ova, contrassegnate da un diverso tipo di metabolismo.

Alla presenza di *corpi cromatici* nel vitello delle ova si connettono varie quistioni, come lo sviluppo ed il significato delle formazioni *mitocondriali* e del *nucleo vitellino*, il loro ulteriore destino e la diversa loro partecipazione alla formazione del deutoplasma durante la vita dell'ovo.

I corpi cromatici, di cui intendo fare in questo capitolo una speciale trattazione e che per lo più si presentano con *forma mielinica*, non si mostrano in tutte le età dell'ova, poichè nei piccoli oociti di coniglie adulte ed in calore essi mancano, come mancano in tutte le ova, qualunque sia lo sviluppo del follicolo, delle coniglie piccole fino all'età di 4-5 mesi.

Quando i corpi in questione compariscono, sono bene distinti dal resto del materiale deutoplasmico, il quale è liquido e costituito da grossi globuli, a fresco rifrangenti la luce, che nelle sezioni, dopo le varie manipolazioni di tecnica, si presentano come vacuoli, che limitano una rete, le cui maglie son fatte da minuti granuli, i quali non si colorano con l'ematossilina ferrica di Heidenhain, dopo fissazione con sublimato-alcoolico acidificato leggermente con Acido acetico.

I *corpi cromatici*, di cui si fa parola in questo capitolo, sono situati in massima parte sulle maglie di tale rete e perciò interposti ai globuli rifrangenti; essi

possono acquistare un differente sviluppo nelle ova di una stessa ovaia, come si può farli aumentare ovvero scomparire, usando speciali artifizî.

Prima di tutto credo bene avvertire che grande confusione si fa dai citologi nell'interpretare l'origine ed il significato di tali corpi; perchè non è bene assodato se essi si organizzino in seno al vitello per attività propria di questo, se provengano dal nucleo o da disgregazione del nucleo vitellino, ovvero se giungano dall'esterno.

Che una parte del materiale deutoplasmico giunga dall'esterno è stato sostenuto da molti; però, oltre a non essersi precisato di quale materiale si tratti, se cioè dei corpi cromatici o del materiale liquido, che si presenta a fresco sotto forma di globuli rifrangenti e nelle sezioni in forma vacuolare, tale presunzione non fu corroborata da prove sperimentali, ma fu solo ammessa come una conseguenza logica dell'irrigazione del follicolo e della speciale costituzione delle cellule della granulosa.

Altri, come il Woltereck [1] negli Ostracodi, il Crampton [2] nelle Ascidie (*Molgula manhattensis*), Van Bambeke [3] in *Pholcus*, Van der Stricht [4] nella donna ed in altri mammiferi, Mertens [5] anche nei mammiferi e negli uccelli, ecc., sostennero che in origine si formerebbe un *nucleo vitellino* per migrazione di sostanza nucleare nel vitello e che in seguito esso, seguendo diverse modalità, disgregandosi, formerebbe degli elementi cromatici, che sarebbero veri *elementi vitellogeni* [6].

Indipendentemente però dalla formazione di un *nucleo vitellino*, Kouyawski [7] ammise per gl'Insetti che il nucleo emetterebbe costantemente, per osmosi o no, della sostanza cromatica, che nel vitello darebbe origine a *corpi cromatici*, i quali fanno parte del materiale deutoplasmico.

[1] Woltereck R., *Zur Bildung und Entwicklung der Ostrakoden Eies*. Zeitsch. f. wiss Zoologie. Bd. LXIV, 1898.

[2] Crampton H. E., *The origin of the Jolk in the Egg of Molgula*, Science U. S. IX, 1900.

Studies upon the early history of the Ascidian Egg, Journal of Morf. XV, 1899.

[3] Van Bambeke C., *Contribution à l'histoire de la constitution de l'œuf*. Arch. de Biologie. T. XV, 1898.

[4] Van der Stricht O., *Contribution à l'étude du noyau vitellin de Balbiani dans l'oocyte de la femme*, Verhand. Anat. Ges., 1898.

Le « pseudochromosome » dans l'oocyte de Chave-souris, Comp. ren. de l'Ass. des Anatomistes, Montpellier, 1902.

La couche vitellogéne et les mitochondries dans l'œuf des Mammiferes, Verh. d. Anat. Ges., Jena, 1904.

La structure de l'œuf des Mammiferes, 1er Partie, Arch. de Biologie, T. 21, 1904.

La structure de l'œuf des Mammiferes, 2me Partie, Bull. de l'Acad. royal de Medicin de Belgique, T. 19, 1905.

[5] Mertens H., *Recherches sur la signification du corps vitellin de Balbiani dans l'ovule des Mammiferes et des Oiseaux*, Arch. de Biologie, T. 13, 1895.

[6] Molti altri lavori si riferiscono allo stesso argomento, che ho creduto superfluo qui riferire, perchè facili a riscontrarsi in Memorie che trattano lo stesso soggetto. Tutti però fanno una grande confusione tra ciò che fu detto *nucleo vitellino*, *Dotterkern*, *Iolknucleus* e che evidentemente deriva dal nucleo, forse per attivare il metabolismo dell'ovo, ed i corpi *cromatici*, che fanno parte del materiale deutoplasmico, e che provengono dall'esterno, come lo provano i miei esperimenti.

[7] Kouyawski C., *Note sur les trasformations des œufs d'insects lors de leur developpement*, Bibliogr. Anat., 1898.

Tali osservazioni, mentre confermano la presenza di speciali corpi cromatici nel vitello, non danno ragione della loro vera natura, poichè nessuno finora ha distinto quelli che derivano dal nucleo per scambio di sostanze fra esso ed il protoplasma, necessario alla vita della cellula, ed i materiali che provengono dall'esterno e che formano la massa di deutoplasma, che caratterizza l'ovo fra tutte le altre cellule dell'organismo animale.

Indipendentemente da tali *corpi cromatici*, altre formazioni si rinvengono nel protoplasma ovulare. Queste si riscontrano anche nel protoplasma di altre cellule, come fu per primo osservato da Benda ([1]) e Meves ([2]) negli elementi sessuali maschili e da altri autori in cellule diverse dell'organismo animale; cosicchè è da ritenere che la loro presenza sia un fatto generale, dipendente da uno speciale metabolismo cellulare.

Tali formazioni, che vengono messe bene in evidenza mediante il *metodo di Benda*, che furono denominate *mitocondrî*, *condriomiti* o *pseudocromosomi*, per la loro speciale disposizione in filamenti o serie lineari di granuli cromatici e per la loro colorabilità con i colori nucleari, furono, fra gli altri, riscontrate da Goldschmidt ([3]) nelle ova di *Holothypus* sp., come pure nelle cellule di varii tessuti di altri animali, e furono da lui paragonate all'*apparato cromidiale* descritto da Hertwig ([4]) nei Protozoi (*Actinosphaerium*). Insieme ad Hertwig crede che siano di origine nucleare e su ciò fonda la sua teoria sulla binuclearità delle cellule.

Il Bouin ([5]) anche recentemente descrisse tali corpi nelle cellule seminali di *Scolopendra cingulata*, paragonando i mitocondrî alle *formazioni ergastoplasmiche* ed estendendo così anche di più il loro particolare significato per la vita cellulare.

Il Van der Stricht, che più di tutti ha studiato detti corpi nelle ova di diversi Vertebrati, in una Nota ([6]) recente sullo stesso argomento, conferma l'origine dei corpi *cromoidi* o *mitocondrî* da una *couche palleale* o *vitéllogène*, che si formerebbe attorno al nucleo vitellino e che durante la crescita dell'oocite si disgregherebbe per formare i corpi in questione.

Sebbene il Van der Stricht ([7]), in una seduta dell'*Anatomische Gesellschaft* del 1906, a domanda di Fick, abbia esplicitamente dichiarato che crede non esistere

([1]) Benda C., *Neuere Mittheilungen ueber die Histogenese der Säugethierspermatozoen*, Verhandl. der phys. Ges. zu Berlin, 1896-97.

Ueber die Spermatogenese der Vertebraten und höherer Evertebraten, ibidem, 1897-98.

Die Mitochondriafärbung und andere Methoden zur Untersuchungen der Zellsubstanzen. Verh. der An. Ges., Bonn, 1901.

([2]) Meves Fr., *Ueber den von v. la Vallette St. George entdeckten Nebenkern* (*Mitochondrienkörper*) *der Samenzellen.* Arch. f. Mikr. An., 1900.

([3]) Goldschmidt R., *Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen*, Zool, Jahrbuch-Abt. f. An. und Ont., 1905.

([4]) Hertwig R., *Die Protozoen und die Zelltheorie.* Archiv. für Protistenkunde, Bd. I. 1902.

([5]) Bouin P., *Ergastoplasme, pseudochromosomes et mitocondria. A propos des fonctions ergastoplasmiques des cellules séminales chez Scolopendra cingulata.* Arch. de Zool. exp. et gen., 1905.

([6]) Van der Stricht O. *La structure de l'œuf de Chauve-souris* (V. noctula). Verhand. der Anat. Geselschaft, Jena, 1905.

([7]) Van der Stricht, *Le corps vitellin de Balbiani et la masse vitellogène dans l'oocyte de Rana temporaria.* Verh. d. Anat. Gesellschaft, Jena, 1906.

alcuna relazione diretta tra la *cromatina* nucleare ed i *condriomiti del vitello*, pure è opinione oggi prevalente che i *corpi basofili*, che si riscontrano nel protoplasma, siano di origine nucleare.

Il Trinci (¹) in un recente lavoro, citando una mia Nota (²), mentre dice che il concetto ivi da me esposto *acquista una singolare importanza*, *avendo presentato un'interpretazione dei corpi cromatici quale non fu pensata da alcuno e tanto più, in quanto riceve una diretta conferma da dati sperimentali*, muove delle obbiezioni circa la identificazione dei *corpi cromatici*, descritti nella nota citata, ed i *mitocondrî*. A tale osservazione rispondo per ora che di questi ultimi corpi non mi ero affatto occupato nella pubblicazione preliminare e che mi riserbavo di esporre i risultati delle mie osservazioni su tali particolari formazioni ooplasmiche.

Contro l'opinione oggi prevalente dell'origine nucleare, cioè, dei *mitocondrí*, e dell'origine întravitellina degli altri corpi cromatici, che concorrono alla formazione del deutoplasma, io posso affermare che in generale tali corpi si formano per materiali specifici che giungono dall'esterno alla formazione ovulare; e la migliore dimostrazione mi vien fornita dal loro aumento in seguito alle iniezioni di lecitina. Ma, potrebbe anche sospettarsi che la riproduzione sperimentale dei *corpi cromatici* nel vitello sia dovuta a degenerazione consecutiva al trattamento a cui furono assoggettate le coniglie. Forse tale supposizione potrebbe essere avvalorata da quanto ha osservato il Rondino (³), il quale, in seguito ad infezione batterica delle coniglie, constatò negli oociti gran numero di corpi cromoidi, ovvero dalla fig. 784 riportata nel recentissimo *Trattato d'istologia* di Prenant, Bouin e Maillard (⁴), in cui è rappresentato un oocite di vecchia cagna in degenerazione grassa, con il vitello gremito di corpuscoli, che si tingono in nero con l'*acido osmico*.

Per varie ragioni la supposizione fatta dev'essere esclusa e perciò ritenersi che i *corpi cromatici*, da me riprodotti sperimentalmente, siano normali; primo perchè essi sono comuni in alcune ova floride in diverso grado di sviluppo di coniglie normali, secondo perchè le ova delle coniglie, in cui si è iniettata della lecitina e che presentano le stesse formazioni, sono fornite di *zona pellucida* e di un *follicolo* normale, senza alcuno accenno di un corpo *luteo falso*. D'altra parte è da escludere che si tratti di una *degenerazione grassa*, perchè gli stessi corpi nelle ova di Coniglia non si anneriscono con l'acido osmico, nè si tingono in giallo-rossastro con il *Sudan* III.

(¹) Trinci J., *Studî sull'oocite dei Celenterati durante il periodo di crescita.* Arch. di Anat. e di Embr., vol. V. Firenze, 1906.

(²) Russo A., *Differenti stati dei corpi cromatici nell'ooplasma dei Mammiferi e loro riproduzione sperimentale.* Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, 1906.

(³) Rondino A., *Sulla struttura del centrosoma delle cellule ovariche dei Mammiferi e specialmente delle loro modificazioni in seguito ad intossicazioni sperimentali.* Arch. di Ostetr. e Ginecol., 1903.

(⁴) Prenant A., Bouin P., e Maillard L., *Traité d'Histologie,* Tome I. Cytologie générale e spéciale, Paris, 1904.

Corpi deutoplasmici a struttura mielinica. — Tratterò prima dei corpi cromatici acidofili che, sotto forma mielinica, sono normalmente contenuti nel vitello di alcune ova, come può essere rilevato con varî mezzi di colorazione.

Tali corpi, difatti, con la *miscela Erlich-Biondi-Heidenhain* acquistano una colorazione rosso intensa, data dalla *fuxina acida*, con l'*ematossilina ferrica* di Heidenhain si tingono in nero o in violetto molto scuro, mentre acquistano con il *reattivo molibdico-stannoso del Pollacci* la caratteristica colorazione azzurra, dovuta presumibilmente alla presenza del phosforo.

Gli stessi corpi restano quasi incolori, adoperando per breve tempo la *Safranina*, secondo il metodo di Flemming (fig. 3ª, tav. IV), ovvero, come si usa comunemente, i colori di anilina o qualche altra ematossilina, che non sia quella Heidenhain, come quella Erlich.

Colorando di preferenza con l'ematossilina ferrica, tali corpi si possono studiare in tutti i loro particolari. Essi, difatti, si presentano di varia forma e grandezza: alcuni sono molto grossi, rotondeggianti o allungati, altri, conservando le stesse forme, sono di media grandezza, ed altri infine sono piccolissimi, quasi puntiformi. Gli inclusi di uno stesso oocite possono però avere tutte e tre le dimensioni suddette ovvero essere tutti esclusivamente della stessa forma e grandezza.

Tali corpi alcune volte sono in piccolissimo numero e sparsi qua e là nel vitello, altre volte sono abbondantissimi, molto stivati tra loro e sparsi su tutta la rete vitellina, altre volte infine sono del tutto assenti e la rete vitellina, limitante i vacuoli, è costituita da sostanza omogenea o puntiforme, che non si colora affatto con l'*ematossilina Heidenhain*, dopo fissazione delle ovaie con Sublimato-alcoolico.

La presenza di detti corpi nel vitello è generalmente in rapporto con i cumuli di sostanze cromoidi nella *zona pellucida*, qualmente è stato descritto nel capitolo precedente. Difatti, dove la zona è intensamente colorata, essi per lo più sono abbondantissimi, mentre sono rari o mancanti dove la *zona* trovasi incolore. Tra questi due reperti vi è una stretta concomitanza, il che indirettamente conferma che tali corpi siano sostanze di nutrizione, che, giunti dall'esterno alla zona, passano per essa e vanno ad arricchire il vitello di materiali, che vengono impiegati nell'ulteriore sviluppo dell'oocite.

Che effettivamente esista un rapporto tra tali corpi e le sostanze depositate nella *zona pellucida*, si può dedurre, oltre che dallo stesso comportamento ai reagenti adoperati, anche dal fatto che talora, come si osserva nella fig. 12ª della Tav. II, alcuni corpi cromatici, che sono alla periferia del vitello, sono uniti con un sottile peduncolo alle sostanze della *zona*. Numerose altre osservazioni ci fanno ritenere vera la nostra osservazione. Prima di tutto, nei più piccoli oociti con follicolo monostratificato o polistratificato si osserva spesso che i corpi cromatici in quistione sono disposti alla periferia del vitello al di sotto della zona, mentre alcuni sono ancora nell'interno della stessa, come si osserva nelle figg. 2ª, 4ª, della Tav. III.

Inoltre, in alcune ova quasi mature si osserva che la *zona*, in un segmento è molto più spessa ed intensamente colorata per accumulo di materiali ed in tale punto, come si vede nella fig. 7ª, Tav. II, il vitello si mostra ricco di globuli

di varia forma e grandezza, alcuni molto grossi ed allungati, mentre il resto ne è privo.

La prova più diretta che i corpi cromatici in esame, contrariamente all'opinione degli Aut. avanti citati, provengano da materiali elaborati all'esterno da speciali gruppi cellulari, ci verrà data dal loro aumento per effetto delle iniezioni di *lecitina*, come sarà esposto in seguito.

Cristalloidi. — Prima di intrattenermi su tale quistione, è necessario avvertire che alcuni corpi deutoplasmici sono di forma allungata, con facce laterali parallele e terminali arrotondate, simili ai *cristalloidi*, descritti in varie cellule animali. Il Prenant [1], difatti, li osservò nella *glandula timica* del *Camaleonte* e nel *nucleo* delle cellule del *simpatico del Riccio*, il Reinche [2] nelle cellule interstiziali del testicolo.

Nelle ova furono osservate da vari Autori in diverse specie animali inferiori (cfr. Van Bambeke, Metschinikoff, Bertkau, Korschelt, Giardina) e nei Mammiferi da von Ebner [3] nel capriolo, da Wagner nel cane, e da Holl nel topo. Questi due ultimi Autori li osservarono però in ova degenerate e, secondo Wagner, conterrebbero carbonato di calce.

La presenza di cristalloidi fu già osservata da Limon [4] nel vitello delle ova della Coniglia, però descritti e figurati, specialmente nei più grossi oociti, con forma allungata, quasi bacillare. Nelle mie preparazioni, ottenute per lo più dietro fissazione al sublimato-alcoolico e colorazione con *ematossilina ferrica* e *fucsina acida* od *eosina* o *rubina*, non ho mai osservato la forma bacillare molto allungata raffigurata dal Limon, ma credo che si tratti di differenza dovuta al diverso trattamento ed alla facile deformazione dei *cristalloidi*.

I cristalloidi non si osservano in tutte le ova, nè in tutte le ovaie, e quando si riscontrano per lo più sono accompagnati da altri inclusi di forma non cristallina, ma ovulari o arrotondati.

La presenza di tutti questi inclusi è un indice di abbondante nutrizione dell'ovo per materiali che giungono dall'esterno. Tali materiali possono giungervi, come avanti si è detto, sotto forma di globuli (*forma mielinica* caratteristica delle lecitine), che alcune volte passano direttamente nel vitello, ma possono giungere anche sotto forma liquida. I materiali liquidi sarebbero, secondo me, quelli che darebbero luogo alla formazione di cristalloidi, quando i punti in cui essi si depositano sono divenuti saturi.

Alcune volte il vitello, come si vede nella fig. 8ª della tav. II, è solo provvisto di *cristalloidi* piccolissimi e tutti di uguale dimensione, i quali sono raccolti alla

(1) Prenant A., *Notes cytologiques:* I, *Cristalloides dans la glandule thimique du Caméléon*; III. *Cristalloides intranucléaires des cellules nerveuses sympatiques chez les Mammiferes*, Arch. d'Anat. micr., 1897.

(2) Reinke F., *Beiträge zur Histologie des Menschen, Ueber Crystalloidbildungen in der interstitiellen Zellen des Menschlichen Hoden*, Arch. f. Mikrosk. Anat. 1895.

(3) V. Ebner V., *Ueber Eiweisskrystalle in den Eiern des Rehes*, Sitzb. d. K. Ak. d. Wiss, Wien, 1901.

(4) Limon M, *Cristalloïdes dans l'œuf de Lepus cuniculus*, Bibliogr. anat., 1903.

periferia dell'uovo. Tale osservazione, mentre conferma l'ipotesi che essi si formino per materiali liquidi provenienti dall'esterno, esclude assolutamente che possa esservi un qualche rapporto con il nucleo.

Circa alla incostanza con cui tali *cristalloidi* si riscontrano, che è rimasta un enigma per il Limon, valgano le ragioni avanti esposte, e cioè che il metabolismo della formazione ovulare è vario da un ovo all'altro, anche della stessa ovaia.

*
* *

Finora ho trattato in generale degli inclusi ooplasmici, che hanno forma globulare o cristalloidica e che hanno reazione acidofila; però, conformemente a quanto ho esposto nei capitoli precedenti, per la granulosa e per la zona pellucida, essi risentono anche l'influenza dei differenti stati funzionali dell'organismo, siano naturali, siano artificiali, nel qual caso gl'inclusi stessi si possono fare scomparire ovvero aumentare:

a) Nelle condizioni ordinarie o naturali dell'organismo i corpi cromatici mancano nel vitello delle ova, qualunque sia lo stadio di sviluppo, delle coniglie piccole fino a 4-5 mesi o fino a che non si sia raggiunta l'epoca dei calori.

b) Nelle coniglie uccise all'epoca dei calori non tutte le ova presentano gli stessi caratteri, in quanto che in alcune il vitello è pieno di corpi cromatici acidofili di varia forma e grandezza, come avanti ho esposto, mentre altre ne sono interamente prive. Tale distinzione, che può farsi nelle uova di una stessa sezione di ovaia, come si può osservare nella fig. 14ª della tav. II, attesta che, raggiunta l'epoca dei calori ed in generale col crescere dell'età, la nutrizione dell'organo si fa più intensa e che per ciò alcune ova si arricchiscono di speciali sostanze deutoplasmiche.

c) Come condizione naturale si può anche considerare l'ovaia durante il periodo della gestazione. Allo scopo di studiare i corpi cromatici in tale periodo furono sacrificate varie coniglie gravide, fra cui una 20 giorni dopo l'accoppiamento, la quale aveva nell'utero 5 embrioni in avanzato sviluppo, ed una coniglia selvatica, appena ricevuta dalla campagna, gravida di pochi giorni, e che portava 3 embrioni, lunghi cm. 3 circa. In tutti i casi, in corrispondenza di una *zona pellucida* poco o punto colorata, anche il vitello era affatto sprovvisto di corpi cromatici o cristalloidi, come si vede nella fig. 11ª della tav. II. Ciò attesta che durante la gravidanza, diminuendo l'irrigazione dell'ovaia, i detti corpi vengono distrutti per essere impiegati probabilmente a benefizio del vitello.

Come condizioni artificiali dell'organismo si possono considerare il *digiuno*, ovvero la ipernutrizione, provocata, mediante iniezioni di lecitina.

a) Durante il digiuno i corpi cromatici a struttura mielinica scompariscono affatto, specialmente quando esso viene prolungato, come fu osservato in una coniglia uccisa dopo 20 giorni ed alla quale venivano somministrati nei 2 pasti giornalieri 50 gr. di verdura, che negli ultimi giorni dell'esperimento erano ridotti a 30 grammi.

Nelle coniglie uccise dopo minor tempo, cioè dopo tre o quatto giorni, i corpi cromatici sono ancora visibili, però o interamente decolorati, quasichè di essi ri-

manga il solo scheletro, ovvero decolorati solo alla periferia, mentre il centro conserva ancora la tinta caratteristica dei corpi normali. Di tali modalità il dott. Comes [1] ha trattato distesamente, confermando tal fatto in altri mammiferi.

b) Per dimostrare che i corpi cromatici deutoplasmici aumentano nel vitello, in seguito ad iniezioni di lecitina, ovvero che essi si formano *ex novo* dove prima non esistevano, ho instituito varie esperienze.

Prima di tutto ho voluto provare se i materiali iniettati giungano all'ovaia e quindi si depositino nel vitello esclusivamente per mezzo del sangue, ovvero possano in massima parte venire assorbiti direttamente, mettendo a profitto la funzione di assorbimento, che, come avanti si è detto, viene disimpegnata dall'epitelio germinativo.

Ho perciò praticato in alcuni soggetti esclusivamente le iniezioni sottocutanee di lecitina, in altri quelle intraperitoneali ed in altri infine entrambe le iniezioni, alternandole, come sarà detto in seguito. Per assicurarmi che le ova fossero affatto sprovviste di corpi cromatici ho eseguito tali esperimenti su piccoli conigli dell'età di 2 a 3 mesi, in cui, come si è detto, i detti corpi non si rinvengono.

È bene qui avvertire che l'epitelio germinativo manifesta anche evidente la funzione di assorbimento quando si praticano soltanto le iniezioni sottocutanee di lecitina, però essa è sempre esplicata in minor grado di quando la sostanza si inietta nel peritoneo; cosicchè si può ritenere che in tal caso la maggiore quantità di sostanza assorbita dalle ova vi giunga per mezzo dei liquidi circolanti.

Espongo alcune fra le tante esperienze da me fatte, le quali valgono meglio a convincerere che, sebbene in diversa misura, il vitello si arricchisce sempre di *corpi cromatici* acidofili.

1. Coniglia da 3 a 4 mesi introdotta in Laboratorio il 20 luglio.

Furono praticate iniezioni sottocutanee di 4 cc. di soluzione concentrata di Lecitina nei seguenti giorni: 22, 24, 28, 31 luglio ed uccise il 3 agosto.

All'esame delle sezioni, il vitello delle ova era cosparso di globuli mielinici tutti fra loro uguali e di media grandezza, però la *zona pellucida* era affatto sprovvista di detti materiali.

2. Come esposi nelle Note precedenti sullo stesso argomento [2], tenni in laboratorio delle piccole coniglie di circa 5 mesi, di cui alcune furono tenute per controllo ed altre iniettate di lecitina anche *sotto cute*.

Mentre nelle prime il vitello era affatto sprovvisto di corpi cromatici e mostravasi incolore con l'ematossilina Heidenhain, le altre invece presentavano notevolissime particolarità. Nei piccoli oociti con follicolo monostratificato a cellule cubiche, si osservava molto chiaramente che nel vitello periferico erano dei corpi che si coloravano intensamente in nero (vedi fig. 3ª della tav. III) e che erano costituiti da minuti granuli disposti in filamenti che si dipartivano da un punto centrale, formando una specie di rosetta. In oociti più grandi con follicolo stratificato, i corpi cromatici sono sparsi su tutta la superficie del vitello ed assumono ora la forma rotondeggiante ora quella filamentosa, quasi di cristalli aciculari (vedi fig. 13ª della tav. III).

[1] Comes S., loc. cit.
[2] Cfr. loc. cit.

In questo caso le iniezioni furono fatte come segue:

5. cc. di soluzione cencentrata il 24, 26, 28, 31 ottobre.

Le Coniglie furono uccise il 3 novembre.

Il trattamento essendo stato breve, tutti i materiali nutritizî introdotti nell'organismo sono passati nel vitello, cosicchè la zona pellucida si presenta per lo più anche in questo caso sprovveduta dei materiali iniettati.

3. Gli stessi fatti, ma in maniera più cospicua, si osservano nelle coniglie più avanzate in età ed in cui le iniezioni furono abbondanti e praticate sia sotto la cute sia nel cavo peritoneale. Prendo come tipo una coniglia di più che un anno, che aveva avuto diversi parti e che da varî mesi era in riposo. A tale soggetto furono praticate una prima serie di 5 iniezioni sottocutanee di lecitina ed una seconda serie di iniezioni intraperitoneali della stessa sostanza, alternate con iniezioni sottocutanee, come segue:

Iniezioni sottocutanee			Iniezioni intraperitoneali e sottocutanee alternate		
10	luglio	5 cc.	29	luglio	2 cc.
13	»	5 cc.	3	agosto	3 cc.
16	»	5 cc.	7	»	2 cc.
19	»	5 cc.	11	»	3 cc.
22	»	5 cc.	16	»	2 cc.

Nelle sezioni delle ovaie, fissate con Sublimato-alcoolico a cui si aggiungeva una piccolissima quantità di Acido acetico, si è osservato che tutti gli oociti contenevano globuli abbondantissimi, che si coloravano intensamente in nero o violetto oscuro coll'ematossilina ferrica o in azzurro con il reattivo molibdico-stannoso.

Tali globuli si presentano tutti della stessa forma, cioè rotondeggianti, e della stessa dimensione, qualunque sia lo stadio di sviluppo dell'oocite.

Negli oociti di media grandezza con follicolo polistratificato, similmente a quanto si osserva in alcune ova di coniglie in calore, il vitello è tutto cosparso di corpi cromatici intensamente colorati, i quali occupano lo spessore delle maglie della rete vitellina e di cui quasi seguono il disegno, come si vede nelle figg. 6ª e 7ª della tav. III e nella fig. 4ª della IV.

Negli oociti più piccoli con follicolo monostratificato, come si vede nella fig. 2ª della tav. III, i granuli si presentano meno colorati e disposti abbondantemente alla periferia del vitello, da dove si partono alcune serie, simili a correnti, che giungono fino a toccare la vescicola germinativa.

Nelle ova mature prossime ad uscire dal follicolo, come si osserva nella fig. 9ª della tav. III, il vitello, a differenza di quanto si osserva in alcune ova allo stesso stadio (vedi fig. 11ª, tav. III) di coniglie in calore, si presenta intensamente colorato ed in esso si trovano sparsi abbondantissimi granuli cromatici di varie dimensioni, fra i quali si distinguono alcuni più grossi, che seguono il disegno del reticolo fondamentale.

4. Quando si praticano le sole iniezioni intraperitoneali, i corpi deutoplasmici non sono così bene evidenti, come nei casi precedenti.

Nucleo vitellino. — Dopo quanto ho esposto riesce facile comprendere che tra i *corpi cromatici* del vitello ora descritti ed il *nucleo vitellino* non esiste alcun rapporto di dipendenza, come ammisero alcuni degli osservatori, che trattarono tale argomento ed avanti citati.

Perciò riesce anche più agevole assegnare al *nucleo vitellino* il suo vero significato durante la vita dell'ovo.

Nel vitello dei piccoli oociti, che sono già coperti da un follicolo fatto di cellule piatte, si riscontra un corpo rotondeggiante, circondato da un'area chiara, intensamente colorato e facile a distinguere per forma e grandezza degli altri inclusi ooplasmici, avanti descritti. Tale corpo, a differenza dell'*idiozoma* descritto dal Winiwarter [1], si origina nei primi stadi di accrescimento dell'oocite per un distacco di parte della cromatina nucleare, la quale passa nel vitello. Esso persiste nell'oocite fino ad un certo periodo del suo sviluppo e, difatti, come si osserva nelle figg. 8ª della tav. II e 4ª, 5ª e 6ª della tav. III, si riscontra fino a che il follicolo è bistratificato e qualche volta anche dopo.

Nelle ova con follicolo pluristratificato, in cui comincia a formarsi il *liquor folliculi*, non si trova più alcuna traccia di tale corpo, cosicchè è da ritenere che esso venga adibito, quando l'oocite non si è ancora ben differenziato, in quei processi speciali del metabolismo cellulare, i quali si compiono per uno scambio di sostanza tra nucleo e protoplasma, come si osserva in molti altri casi. Tale scambio, rappresentato dal passaggio della cromatina nucleare nel protoplasma cellulare, si osserva in maniera evidente in moltissime uova di altri animali dove talora è una *zona perinucleare*, che in maniera visibile ne attesta il processo. Uno scambio siffatto può essere esteso anche alle forme inferiori, come agli infusorî, dove nelle varie generazioni sessuali vi è una rigenerazione ciclica del *macronucleo*, il quale poi si frammenta per provvedere meglio ai fenomeni della vita cellulare.

È anche possibile che il *nucleo vitellino*, il quale acquista forme così diverse nei varî animali, corrisponda all'*apparato cromidiale*, descritto da R. Herwtig, da Goldschmidt e recentemente da Popoff [2] in *Paludina vivipara*, e che tutte queste formazioni aventi relazione con il nucleo agiscano nell'attivare i processi costruttivi che si compiono nell'ovo.

Indipendentemente da ciò e dalle varie interpretazioni che a tale scambio possano darsi, è però molto chiaro il fatto, dimostrato sperimentalmente che negli oociti di coniglia i *corpi cromatici*, che si credevano originati dal *nucleo vitellino*, il quale veniva perciò chiamato da alcuni *Jolk-matrix*, o creduto come parte necessaria alla formazione del vitello, dando luogo a *elements vitellogênes* o a una *couche palleale* o *vitellogène*, giungono invece dall'esterno e fanno parte del *materiale deutoplasmico*, che caratterizza l'ovo. Il nucleo vitellino è una formazione a sè, che non partecipa direttamente alla formazione di detti materiali.

(1) Winiwarter v. H., *Nachtrag zu meiner Arbeit über Oogenese der Säugethiere.* Anat. Anz. Bd. 21. 1902.

(2) Popoff D., *Eibildung bei Paludina vivipara und Chromidien bei Paludina und Helix.* Arch. Mikr. An. 1907.

Su l'origine del nucleo vitellino e sulle ipotesi fatte circa al suo significato funzionale ho creduto inutile fare una esposizione dettagliata della ricca letteratura.

Riporto solo le parole del Wilson E., il quale pochi anni or sono in *The Cell in Development and Inheritance*, New York, 1902, a pag. 156, confermando quanto sopra si è detto, e cioè che non tutti i *corpi cromatici*, che si osservano nel vitello delle ova, hanno lo stesso valore, così si esprimeva: « In the presente state of the « subyect it is quite impossible to reconcile the discordant accounts that have been « given regarding the structure, origin and fate of the *Jolk-Nuclei* and from the « facts thus far determined we can only conclude that the variaus forms of *Jolk-* « *Nuclei* have litle more im common than the name ».

Corpi basofili. — Sebbene, per lo scopo a cui tendono queste ricerche, non mi sia permesso di addentrarmi in quei problemi di Citologia, riguardanti la intima natura di tutti i corpi che compongono il citoplasma, pure è necessario fare menzione delle *formazioni mitocondriali*, su cui tanto ha lavorato il Van der Stricht.

Tali formazioni si mettono benissimo in evidenza per la tinta nerastra che assumono, dopo fissazione delle ovaie con il *liquido Benda* e colorazione delle sezioni con *Ematossilina ferrica*. Con tale trattamento i corpi cromatici, di cui sopra si è discorso, non si osservano bene, poichè essi oltre a non tingersi in nero, quando sono piccoli, restano coperti dai granuli che formano i mitocondrî. Qualche volta si osservano però i corpi più grossi, i quali sono circondati da granuli mitocondriali.

Riserbandomi di trattare in una Memoria speciale prossima a pubblicarsi tali formazioni, per ora posso dire che è da escludersi la loro origine nucleare, come oggi sostengono molti [1], specialmente i seguaci di R. Hertwig (Goldschmidt). L'origine dei mitocondrî è da ricercare invece nelle particolari trasformazioni chimiche e morfologiche delle sostanze che compongono il citoplasma e su cui hanno una notevole influenza i materiali che ad esso giungono dall'esterno.

Nei primi stadî dell'oocite i granuli mitocondriali sono sparsi irregolarmente ed addensati maggiormente alla periferia del vitello, nè per quanto abbia cercato mi fu mai possibile osservare in tale stadio il *boyau vitellogène* o la *couche vitellogène* in prossimità del nucleo, le quali formazioni sono da riferire, come del resto si rileva dalle figure stesse del *Van der Stricht*, a contrazioni del citoplasma ed a formazione di vacuoli periferici, che hanno spinto il citoplasma stesso attorno al nucleo.

Nell'ulteriore sviluppo dell'oocite si formano dei cordoncini (condromiti) costituiti da granuli (mitocondri), i quali si sovrappongono alla rete protoplasmatica, formando nei punti nodali degli addensamenti. Nell'ovo maturo tali formazioni scompaiono e persistono solo dei granuli mitocondriali sparsi in tutta la massa vitellina.

[1] Vedi per lo stato della questione il lavoro di *H. Bluntschli. Beobachtungen am Ovariolei der Monascidie Cynthia microcosmus, Morph. Jahrbuch. 1904*; ed il lavoro di *Trinci* avanti citato.

Analisi microchimica dei materiali che si rinvengono nelle formazioni avanti trattate.

Circa alla natura chimica dei materiali che, sotto *forma mielinica*, furono riscontrati nelle formazioni avanti studiate, l'indagine in gran parte non può essere fatta che per via indiretta, non avendo finora metodi microchimici, che ci rivelino direttamente la composizione delle sostanze in esame. Si hanno però, come è noto, metodi microtecnici diretti a scoprire il fosforo nell'intima struttura delle cellule, anche quando esso sia in *combinazione organica*, come nei *Nucleo proteidi* e nella *lecitina* o in uno dei componenti di questa sostanza, cioè nell'*acido fosfoglicerico*.

Fra tutti i metodi finora adoperati (¹) per la ricerca del fosforo, quello del Lilienfeld e Monti (²), modificato da Pollacci e che potrebbe chiamarsi metodo del *Reattivo molibdico stannoso*, si presta assai bene per tale indagine. Ad esso io prevalentemente mi sono attenuto, perchè i risultati si accordano con quelli ottenuti con il metodo ideato più recentemente dal Macallum (Reattivo molibdico-Cloridrato di Fenilidrazina 2 °/₀) e con le colorazioni elettive che si hanno con l'ematossilina ferrica di Heidenhain, la quale come dicevo in una precedente Nota (³), può ritenersi un reattivo microchimico del Fosforo.

Molte obbiezioni, come è noto, furono sollevate contro il metodo del *Reattivo molibdico*, il quale, si è detto, non sarebbe capace di scindere la molecola di fosforo delle sostanze proteiche in genere o delle lecitine e mettere in libertà il *Ph.* per dar luogo alla formazione del *Fosfomolibdato.* A tale osservazione mossa dal Raciborski (⁴), a cui in seguito si è associato l'Arcangeli (⁵), fu già risposto dal Pollacci (⁶), i cui risultati furono in seguito confermati dal Bertolo (⁷) e dal Comes (⁸).

Rimandando il lettore a tali pubblicazioni, per conto mio posso affermare che la veridicità del *reattivo molibdico-stannoso*, per la ricerca microchimica del fosforo nei tessuti animali e nel caso presente per le sostanze mieliniche, che si riscontrano nell'ovaia dei mammiferi, viene suffragata da prove indirette di un valore notevolissimo.

(¹) Cfr. Behrens W. *Tabellen zum Gebrauch mikroskop. Arbeit.* 1892,

(²) Lilienfeld L. e Monti A., *Sulla localizzazione microchimica del fosforo nei tessuti.* Atti R. Acc. Lincei, Roma, 1892.

(³) Russo A., *Prime ricerche dirette a determinare la permeabilità e la struttura istochimica della zona pellucida dei mammiferi.* Boll. Ac. Gioenia di Sc. Nat. Catania, 1906.

(⁴) Raciboski M., *Botanische Zeitung.* 1893, pag. 847.

(⁵) Arcangeli A., *Sulla ricerca microchimica del fosforo nei tessuti vegetali.* Atti Soc. toscana di Sc. nat., 1902.

(⁶) Pollacci G., *Intorno ai metodi di ricerca microchimica del fosforo nei tessuti vegetali.* Atti R. Ist. Bot., Pavia, 1898.

Intorno al miglior metodo di ricerca microchimica del fosforo nei tessuti vegetali. Idem., 1904.

(⁷) Bertolo P., *Ricerca microchimica e localizzazione del fosforo nelle ovaie degli Echinidi,* Atti Acc. Gioenia di Sc. nat., Catania, 1903.

Ricerche chimiche sopra le uova del Riccio di mare. Idem., 1904.

(⁸) Comes S., *Ancora del metodo di G. Pollacci e delle obbiezioni mosse dal dott. A. Arcangeli a questo metodo come reattivo microchimico del fosforo nei tessuti animali.* Monitore Zool. ital., 1906.

Chi avrà seguito nei precedenti capitoli gli esperimenti di ipernutrizione delle coniglie, ottenuta mediante iniezioni ripetute di Lecitina, avrà notato che nell'ooplasma aumentano o si formano *ex novo*, cioè, dove prima mancavano, i *corpi cromatici.* Del pari avrà osservato che tali corpi granulari aumentano nella *zona pellucida*, nelle cellule *coronali* e nei *retinacula* della granulosa e nel *liquido follicolare.* Senza alcun dubbio tali formazioni sono dovute alla Lecitina introdotta nell'organismo e che, come avanti si è detto, viene assorbita dall'ovaia direttamente per mezzo dell'epitelio germinativo, che funziona da organo di assorbimento, o indirettamente per mezzo dei liquidi circolanti.

La forma mielinica stessa delle sostanze, che compariscono nelle formazioni ovulari testè citate, fa anche ritenere che esse derivino dalla Lecitina iniettata, la quale, come si sa, assume quella forma caratteristica.

D'altra parte, la *Lecitina* è una sostanza fosforata, perchè contiene una molecola di *acido fosfo-glicerico*, per cui, se i corpi in esame si colorano in azzurro con il reattivo molibdico-stannoso ed in nero con l'Ematossilina ferrica, è da ritenere che tale colorazione sia dovuta alla presenza del fosforo.

In ordine a tale constatazione, bisogna anche osservare che la detta colorazione si forma esclusivamente quando realmente esistono le sostanze in esame, poichè, nella stessa sezione di ovaia, occorre talora di avere, accanto ad alcune formazioni ovulari con vitello, zona pellucida e granulosa, ricche di materiali che si colorano intensamente, altre formazioni che hanno le stesse parti decolorate.

Con ciò viene esclusa l'obbiezione che la tinta azzurra sia dovuta ad una maggiore elettività delle parti di fissare i reattivi adoperati, perchè, se così fosse, tutte le *zone*, tutte le *ova* e tutte le *granulose* con il *liquido follicolare* dovrebbero colorarsi ugualmente.

Effettivamente però la differenza di colorazione è dovuta al differente metabolismo della formazione ovarica, mediante il quale alcune elaborano materiali deutoplasmici abbondanti, mentre altre ne sono affatto prive. Se a ciò si aggiunga, come avanti si è detto, che le iniezioni di Lecitina, attivando il metabolismo, arricchiscono l'ovo degli stessi materiali, si ha la prova più convincente, per quanto indiretta, che si tratti di sostanze fosforate contenute nella stessa Lecitina.

Nel dubbio che il fosforo potesse far parte di un *nucleo-proteide*, ho trattato le sezioni con i reagenti adoperati comunemente per scoprire le *Proteine*, servendomi del *reattivo di Millon*, della reazione del *Biureto* o della *Tintura di Iodio*, ma in nessun caso le sostanze meliniche han dato la reazione delle *albumine*, mentre il resto del tessuto si colorava in rosso-mattone, violetto, ecc., a seconda del reattivo.

Ho inoltre desunto che le sostanze in esame siano di natura diversa di quelle *nucleari*, adoperando diverse sostanze coloranti che elettivamente si fissano nei nuclei. Con la miscela Biondi-Heidenhain, dopo fissazione al Sublimato-alcoolico, come si osserva nelle figg. 1ª e 2ª della tav. IV, i nuclei della granulosa ed il reticolo nucleinico della vescicola germinativa si colorano in verde, mentre la zona pellucida, gl'inclusi ooplasmici ed i globuli del liquido follicolare acquistano la colorazione rossa intensa data dalla *Fuxina acida.* Colorando con la *Safranina*, secondo il metodo di Flemming, i nuclei si colorano invece in rosa, come si vede nella fig. 3ª della tav. IV,

e gl'inclusi ooplasmici restano quasi incolori, quando l'immersione del preparato nella Safranina è stato breve, e chiaramente distinti per il loro riflesso brillante, specialmente quando le sezioni si osservano dopo il lavaggio nell'*alcool assoluto*.

Escluso pertanto che i materiali in discorso siano dei *nucleo-proteidi* o combinazioni di una *Proteina* con *acido nucleinico*, contenente il *Ph.*, è molto probabile che appartengano alle *Lecitine* o al nucleo fosforico di questa sostanza, e ciò per le prove sperimentali avanti addotte. Potrebbe infine pensarsi che i corpi presi in esame siano costituiti da *Lecitalbumina*, sostanza oggi ammessa da molti e già separata da Liebermann ([1]), però le reazioni date da questo *Proteide*, come la sua facile colorazione con la *Safranina*, risultarono negative, come avanti si è detto.

Circa alla natura dei cristalloidi il v. Ebner, che più di tutti l'ha ricercata nelle ova di Daino, dice che si colorano fortemente in rosso con l'Eosina, che restano incolori con l'Ematossilina e che sono insolubili in alcool ed etere, dopo precedente trattamento con Formolo.

Il v. Ebner ([2]) crede che i detti cristalli siano chimicamente costituiti da un'*albumina* e forse da una *globulina*, e tale modo di vedere fu condiviso da altri osservatori, che riscontrarono gli stessi cristalloidi in ova d'invertebrati.

Contro queste opinioni credo possa escludersi che i cristalloidi siano delle *Proteine native* del tipo delle *albumine* o *globuline*, e ciò per il fatto che anche essi contengono fosforo, come risulta dai procedimenti microtecnici avanti esposti. Essi, difatti, mentre non si colorano con i reattivi proprî per le *albumine*, si tingono in azzurro con il *reattivo molibdico-stannoso* ed in violetto, sebbene meno intenso degli altri inclusi ooplasmici, con l'Ematossilina ferrica. Essi potrebbero appartenere alle *nucleo-albumine* per il differente comportamento all'Ematossilina ferrica, ma potrebbero anche essere delle Lecitine, le quali, come si sa, hanno il potere di cristallizzare. Sebbene nei casi di ipernutrizione. mediante le iniezioni di Lecitina, non abbia veduto che pochissime volte nell'ooplasma dei *corpi cromoidi* allungati, sottili ed aciculari, come nella fig. 13ª della tav. III, perchè in generale essi sono globulari, pure credo probabile che i cristalloidi debbano appartenere a tale gruppo di sostanze.

Difatti, quando si colora con la Safranina, secondo il metodo Flemming, i cristalloidi si comportano come gli altri inclusi ooplasmici di forma mielinica, di cui avanti fu tenuta parola, e la stessa colorazione si ha con la miscela Biondi-Heidenhain, come si osserva nella fig. 1ª della tav. IV.

D'altra parte è da escludere che appartengano al gruppo molto complesso delle Proteine: ai *Proteidi* e propriamente ai *Nucleo-proteidi*, perchè essi si comportano diversamente del reticolo nucleinico, colorando con la stessa miscela Biondi e con la Safranina, come avanti si è detto.

Escludiamo in ultimo che nelle ova della Coniglia i corpi *mielinici* ed i *cristalloidi* siano dei *grassi*, perchè non si tingono in *nero* con l'*Acido osmico*, nè in *giallo-rossastro* con il *Sudan III*.

([1]) Liebermann L., *Neuere Untersuchungen ueber das Lecithalbumine*. Pflügers' Archiv. Bd. LIV, 1893.

([2]) v. Ebner V., *Ueber Eiweisskrystalle in den Eiern des Rehes*. Sitzungb. der K. Ak. der Wiss. Wien, 1901.

III.

STATISTICA E PARTE SPERIMENTALE

Statistica dei nati maschi e femmine nelle coniglie normali.

Una statistica dei nati maschi e femmine nelle coniglie normali ancora non era stata fatta.

Gli allevatori, a cui mi ero rivolto, assicuravano che la proporzione fra i due sessi fosse presso che uguale; però il Licciardelli nel suo Trattato di *Coniglicultura pratica*, edito da Hoepli a Milano, afferma che i maschi sono in maggioranza ed a pag. 171 così si esprime: « Nelle nidiate si hanno per lo più in media un eguale « numero di maschi che di femmine, anzi i maschi sono in maggior proporzione, ma « ciò non nuoce per chi deve destinarli al mercato ».

Il dott. Licciardelli, che ha tenuto per più anni una *conigliera modello* a Catania, e col quale mi sono spesso intrattenuto su tale argomento, mentre mi confermò i risultati della sua lunga esperienza e sopra citati, mi assicurò anche che in qualche annata, come nel 1905, il numero dei maschi nelle nidiate è stato così grande da compromettere l'avvenire della conigliera.

I dati che mi fornì il Licciardelli, sebbene sia egli un ottimo allevatore di conigli e praticissimo della materia, non erano però sufficienti per una esatta statistica, per cui ho creduto necessario farne una per conto proprio.

Una partita delle coniglie esaminate, provenienti dalla campagna o da case private nel recinto della città, in istato già di pregnezza, venivano fatte sgravare in Laboratorio e ciò per avere l'assoluta certezza sul numero dei nati e sul loro sesso; un'altra partita fu esaminata fuori nelle conigliere. In questo caso si ebbe cura di far conservare i nati-morti o quei piccoli che morivano durante l'allattamento.

Da una statistica così fatta non solo ho confermato quanto asserisce il Licciardelli nel suo Trattato di *Coniglicultura pratica*, ma quanto ho potuto constatare che le nascite maschili sono in predominio nella maggior parte dei singoli parti.

La constatazione di tale verità rappresenta uno dei punti essenziali della presente ricerca; poichè, se i piccoli dis esso maschile sono nel normale in maggioranza e se noi possiamo invertire tale proporzione con mezzi artificiali, son proprio gli artifizî adoperati che determinano l'inversione della proporzione fra i due sessi.

Avverto però che qualche volta, specialmente quando le coniglie partoriscono 2, 3 o 5 piccoli, i maschi sono in minoranza e talora tutti i nati di sesso femminile,

ma ciò, mentre non infirma le proporzioni su riferite, attesta evidentemente che talora il metabolismo dei genitori può dar luogo ad un numero maggiore di femmine [1].

Dalle statistiche finora fatte su diverse specie animali e riferiteci dal Lenhossek [2], dal Cuènot [3] e da altri, pare che la proporzione dei due sessi sia un carattere della specie e che ciò sia inerente a varie cause, fra cui non ultima il particolare tipo di metabolismo che è proprio in ciascuna di esse. Difatti, si è osservato che tale proporzione costante può essere alterata da speciali condizioni del luogo e dai prodotti che la terra può fornire, secondo le diverse annate.

A tale proposito, fo osservare che il potere di *autoregulazione*, sostenuto dal Düsing [4], per cui ogni specie avrebbe la proprietà di mantenere la proporzione fra i due sessi, più utile alle specie stesse, non è che un concetto tutto personale; essa dipende invece, come bene osserva anche il Cuènot [5], dalla fissità relativa del mezzo in cui ciascuna specie è costretta a vivere.

Circa al significato, che alcuni, come il Rauber [6], hanno voluto dare alla maggior produzione di maschi o *iperandria*, quale si osserva in molte specie (*insetti*, *uccelli*, *cavallo*, *topo*, *capra*, *uomo*, ecc.), e cioè che i maschi rappresentino una riserva, allo scopo di supplire ai nati-morti o ai morti nell'età giovanile, che sono in grande maggioranza di sesso maschile, io non posso pronunziarmi nel senso assolutamente negativo, come si esprime il Cuènot [7]. Difatti, nel coniglio, come per altre specie e per l'uomo stesso tenuto presente dal Rauber [8], i nati-morti o quelli che muoiono durante l'allattamento sono per lo più anche di sesso maschile; cosicchè è possibile che le maggiori nascite maschili rappresentino per la vita della specie una vera riserba per assicurare l'accoppiamento.

Riferisco intanto la statistica dei prodotti di 100 parti [9], affinchè possa essere messa a confronto con quella fatta sulle coniglie assoggettate allo speciale trattamento.

[1] Sarebbe interessante potere riferire volta per volta l'età dei genitori ed il numero successivo di ciascun parto per mettere questi dati in relazione col sesso dei prodotti. Dati gli scarsi mezzi di cui ho potuto disporre. ciò non è stato possibile; credo però che tali notizie, mentre darebbero dettagli interessanti, che pure bisogna tenere presenti, non influiscano gran fatto sulla statistica riferita.

[2] V. Lenhossek M., *Das Problem der geschlechtsbestimmenden Ursachen*, Jena, 1903.

[3] Cuènot L., *Sur la détermination du séxe chez les animaux*, Bull. Sc. de la France e de Belg, 1900.

La distribution des sexes dans les pontes de Pigeons, Comp. rend. Ac. Sc. Paris, 1900.

[4] Düsing C., *Die Regulirung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Thiere und Pflanzen*, Jena. Zeits. Naturwiss. Bd. 17, 1885.

[5] Cuènot L., loc. cit.

[6] Rauber A., *Der Ueberschuss an Knabengeburten und seine biologische Bedeutung*, Leipzig, 1900.

[7] Cuènot, loc. cit.

[8] Rauber A., loc. cit.

[9] Ho creduto inutile riportare qui tutti i parti esaminati, che ammontano a 200 e più e ciò perchè le proporzioni si mantengono quasi costanti. Nei parti riportati furono segnati i casi più comuni ed i casi estremi, sia per il numero dei piccoli nelle singole nidiate sia per ciò che riguarda il loro sesso.

N. d'ord.	Nati ♂	Nati ♀	Osservazioni	N. d'ord.	Nati ♂	Nati ♀	Osservazioni
1	4	1		51	4	1	
2	4	2		52	4	2	
3	3	2		53	3	2	
4	7	4		54	7	6	
5	7	0	Sgravò in Laboratorio	55	7	0	Sgravò in Laboratorio
6	6	4	» »	56	8	6	
7	4	4		57	3	4	
8	2	1	» »	58	2	1	» »
9	4	1		59	5	4	
10	5	3		60	4	5	
11	5	1	» »	61	4	4	» »
12	8	4	» »	62	5	3	» »
13	3	2		63	4	3	» »
14	4	2	» »	64	5	3	
15	3	2	» »	65	5	4	
16	4	1	» »	66	2	2	» »
17	1	2	» »	67	4	3	
18	5	3	» »	68	5	1	» »
19	4	2		69	5	2	» »
20	3	3	» »	70	3	4	» »
21	4	4		71	3	5	
22	5	2	» »	72	5	3	» a
23	0	5		73	2	4	
24	6	4	» »	74	1	3	
25	6	5		75	2	2	» »
26	5	3	» »	76	3	5	
27	1	2	» »	77	3	3	
28	4	2	» »	78	4	1	» »
29	2	3	» »	79	1	2	
30	3	2	» »	80	5	3	» »
31	5	3	» »	81	5	3	» »
32	8	4		82	4	2	
33	3	2		83	7	5	» »
34	4	2	» »	84	4	1	» »
35	2	3		85	4	2	» »
36	6	4		86	3	2	» »
37	3	2	» »	87	4	1	
38	5	3		38	4	2	
39	1	4		89	2	2	
40	3	2	» »	90	0	5	
41	4	3		91	5	2	» »
42	2	2	» »	92	6	3	» »
43	6	5	» »	93	3	1	» »
44	5	3		94	4	5	
45	3	5		95	5	3	» »
46	6	4	» »	96	3	4	
47	3	3		97	4	2	» »
48	0	3	» »	98	5	4	» »
49	7	5		99	3	4	
50	4	2	» »	100	5	3	» »
	202	140			198	147	

In totale si hanno su 100 parti n. 400 ♂ e 287 ♀.

Ammettendo che in una statistica più estesa la proporzione delle femmine si tenga più elevata, si ha sempre una notevole prevalenza di maschi.

La percentuale dei maschi su 100 nati nei casi esaminati è di circa 58,22.

Statistica dei nati maschi e femmine nelle coniglie lecitinate.

Esaminando i prodotti delle coniglie, che furono assoggettate alle iniezioni di *lecitina*, si ha che nei singoli parti il numero delle femmine, inversamente a quanto si è osservato nelle coniglie normali, è sempre superiore a quello dei maschi. Talora tale differenza è molto notevole, talora essa è poca; però qualche volta i prodotti sono tutti di sesso femminile, il che dimostra che il trattamento a cui furono assoggettate le coniglie non sempre giunge a modificare tutte le ova, ma che in ogni caso esso è proprio la causa dell'inversione della produzione dei due sessi.

Per chi credesse di dover avere costantemente piccoli di sesso femminile e per ciò sollevasse dei dubbî sull'attendibilità dei risultati degli esperimenti, rispondo che, se i confronti dei risultati statistici, i quali per se stessi sono molto eloquenti, non bastano, le modificazioni apportate nelle ova ed avanti largamente vagliate non dovrebbero lasciare alcun dubbio. Difatti, io ho messo in luce una serie di fatti così concreti ed evidenti, riguardanti il metabolismo della formazione ovulare, la struttura delle ova e la nutrizione in generale dell'ovaia, che fanno uscire queste ricerche dal campo delle pure congetture.

Riporto qui intanto i dati statistici sui parti di 100 *coniglie lecitinate* (¹).

(¹) Anche per le coniglie iniettate i parti esaminati furono più di quelli riferiti. Per non creare delle illusioni a chi, disponendo di una conigliera, volesse applicare il trattamento da me proposto ai suoi soggetti, dichiaro che furono riportati i casi in cui le ♀ han superato i ♂. Molte cause, ancora non bene apprezzabili, rendono talora anche poco efficace il trattamento a cui sono assoggettate le coniglie; però tali casi scompariscono quando si fanno delle *grandi statistiche*, il che è importante non solo dal punto di vista puramente scientifico, come dato demografico che conferma la causa dei risultati ottenuti, ma anche dal punto di vista pratico per gli allevatori che debbono regolare la loro *azienda*.

N. d'ord.	Nati ♂	Nati ♀	*Osservazioni*	N. d'ord.	Nati ♂	Nati ♀	*Osservazioni*
1	2	6	Incrocio: ♂ nero × ♀ Polacca.	51	3	5	
2	3	4	» : ♂ Polacco × ♀ Imalaia.	52	4	6	
3	1	4		53	2	6	
4	1	3	» : ♂ grigio × ♀ Olandese (non pura).	54	2	5	
5	3	3		55	1	4	
6	0	5		56	1	5	
7	2	4	» : ♂ grigio × ♀ giallo chiaro	57	2	5	
8	2	3		58	2	3	
9	1	2		59	2	4	Incrocio: ♂ grigio × ♀ bianca macc.
10	0	5		60	1	2	
11	3	5	» : ♂ nero × ♀ Imalaia.	61	2	4	» ♂ grigio × ♀ gialla macc. in nero.
12	2	8		62	2	2	
13	4	6		63	2	3	
14	2	7		64	2	2	
15	3	6		65	2	5	» : ♂ grigio × ♀ gialla.
16	3	5		66	0	3	
17	4	4	» : ♂ nero × ♀ Imalaia.	67	2	5	
18	2	3		68	1	6	
19	1	4		69	2	6	
20	2	4		70	0	3	
21	1	3	» : ♂ grigio × ♀ Olandese.	71	1	5	
22	3	5		72	1	3	
23	2	3		73	0	3	
24	4	6		74	2	4	
25	3	4	» : ♂ grigio × Angora.	75	2	3	
26	2	6		76	1	3	» : ♂ grigio × ♀ Olandese (non pura).
27	1	2		77	2	4	
28	3	6	» : ♂ grigio × ♀ nera e fuoco.	78	3	5	
29	5	7		79	4	5	
30	0	4		80	0	2	
31	6	8		81	2	3	» : ♂ grigio × ♀ nera con peli bianchi.
32	3	5		82	1	3	
33	2	3	» : ♂ grigio × ♀ bianca macc.	83	3	4	» : ♂ grigio × ♀ Imalaia.
34	3	7		84	3	5	
35	0	5		85	1	6	
36	2	7		86	1	2	
37	2	4		87	2	4	» : ♂ grigio × ♀ Polacca.
38	8	5		88	3	4	
39	2	6	» : ♂ Polacco × ♀ nera.	89	2	5	
40	4	5		90	2	4	
41	1	2		91	1	3	
42	2	4		92	1	4	» : ♂ grigio × ♀ Olandese.
43	3	4		93	3	4	
44	2	6		94	4	5	
45	3	4		95	4	4	
46	0	3		96	5	7	
47	2	3		97	2	3	
48	3	5	» : ♂ grigio × ♀ nera.	98	3	5	
49	2	4		99	2	3	
50	1	2		100	1	3	
	120	229			97	202	

In totale si ha 217 maschi e 431 femmine, per cui facendo una percentuale si ottiene su 100 nati il 33,48 circa di maschi, mentre nelle coniglie normali la stessa percentuale era superiore di molto, cioè circa il 58,22.

Esame di singoli parti in rapporto al sesso ed al colore degli ibridi.

Lo studio di diversi casi isolati, mentre illustrerà meglio alcuni risultati, potrà fornire le norme per procedere agli esperimenti.

1. In una prima serie di esperienze si è voluto provare se la *legge della prevalenza di Mendel* si verificasse anche nei conigli. Tale premessa fu creduta necessaria per vedere se, in seguito al trattamento a cui venivano assoggettate le femmine, di razza recente, questa poteva subito riprodursi negli ibridi.

A tale scopo furono fatti degli incroci tra ♀ normali, come la Polacca, l'Imalaia, l'Olandese, la Nera, con ♂ anche normali di razza primitiva o più antica, come la grigia e la nera. I prodotti, conforme alla prima legge di Mendel, furono sempre grigi, come si osserva nelle figg. 2ª, 3ª, 4ª e 5ª della tav. V.

Circa al sesso si ebbe sempre una prevalenza di maschi e propriamente come nei nn. 13, 15, 33, 38, 46 della statistica avanti riportata per i prodotti normali.

2. Il caso che riferisco servirebbe a confermare che l'uovo porta con sè il sesso già determinato, per cui, aumentando nell'organismo materno, al principio della gravidanza, i materiali di cui sopra si è discusso, l'embrione non può essere influenzato.

Si tratta di una coniglia grigia giovane, ben nutrita, introdotta in laboratorio il 14 febbraio 1906. Il g. 15 s'iniettò 5 cc. di lecitina sotto la cute e tale trattamento fu proseguito nei giorni 18, 21, 24, 28. Sgravò il 7 marzo (era perciò gravida di circa 7 giorni) e produsse 5 piccoli grigi, di cui 1 ♀ e 4 ♂.

Gli stessi risultati si ebbero con varii altri soggetti, tenuti nelle stesse condizioni.

3. Altri casi, che esaminerò in questo paragrafo, dimostrano che talora il trattamento a cui sono assoggettate le femmine di razza recente non dà i risultati voluti nel primo parto, probabilmente per speciali condizioni di sviluppo dell'ova, le quali, quando hanno raggiunto un certo stadio, non assumono più le sostanze iniettate e quindi non possono più trasformarsi.

a) Coniglia Polacca, giovane, ben nutrita, iniettata con lecitina, accoppiata con ♂ grigio. Sgravò il 19 gennaio 1905, 2 piccoli grigi, di cui 1 ♂ ed 1 ♀.

Alla stessa furono continuate le iniezioni e accoppiata con ♂ nero. Sgravò il 25 marzo 8 piccoli, di cui 6 ♀ e 2 ♂. Circa al colore si ebbero 6 albini (5 ♀, 1 ♂) e 2 neri (1 ♀, 1 ♂).

b) Coniglie Imalaia, giovane, iniettata, accoppiata con ♂ nero. 4 febbraio, primo parto: 6 piccoli neri (3 ♀, 3 ♂).

Continuato il trattamento, fu unita con lo stesso ♂ nero. Secondo parto, 23 marzo: 4 piccoli, di cui 2 Imalaia e 2 della stessa razza, ma con fondo giallastro anzichè bianco [1]. Per il sesso risultarono 3 ♀ e 1 ♂.

[1] Per i caratteri intermediarî degli ibribi e per la interpretazione fisico-chimica sostenuta da Correns con incrociamenti fatti su piante, come *Melandrium album* × *rubrum*, *Hyoscyamus*

Continuando ancora lo stesso trattamento, dopo 20 e più giorni dallo sgravo, fu in seguito unita con lo stesso ♂ nero. Terzo parto, 13 maggio: 7 piccoli, di cui 4 con i caratteri puri della madre, 2 anche Imalaia una con fondo giallastro, come nel parto precedente, ed uno nero. Per il sesso risultarono 5 ♀ e 2 ♂.

4. In questo paragrafo sono riportati dei casi in cui il colore degli ibridi è concomitante con il sesso dei genitori.

a) *Coniglia Olandese*, avuta dal mercato e probabilmente di razza non selezionata, anche perchè le macchie sulla testa e sul groppone non erano caratteristiche. Fu iniettata ed accoppiata con ♂ grigio; partorì il 9 luglio 4 piccoli, di cui 3 ♀ di razza olandese perfettamente simili alla madre ed 1 grigio ♂. Vedi fig. 15ª della tav. V.

È notevole fare rilevare che la coniglia olandese, prima di essere iniettata, fu fatta accoppiare in condizioni normali con lo stesso ♂ grigio una prima volta e produsse 5 piccoli grigi, 2 ♀ e 3 ♂. Una seconda volta fu accoppiata nelle stesse condizioni e produsse 4 piccoli anche grigi, di cui 1 ♀ e 3 ♂. Questi risultati, messi a confronto con il 3° parto, ottenuto dopo le iniezioni, in cui si ebbero 3 ♀ olandesi ed 1 ♂ grigio, attestano chiaramente che il trattamento fatto alla madre fu la causa della produzione di un maggior numero di ♀ e dei caratteri recenti della madre stessa.

b) *Coniglia Imalaia*, iniettata, accoppiata con ♂ *Polacco*. Partorì, il 31 gennaio 1905, 7 piccoli, di cui 4 ♀ di razza *Imalaia* tipici, 3 ♂ bianchi con macchie nere poco appariscenti nei punti cui ordinariamente sono bene evidenti.

5. In questo esperimento furono messe a confronto due ♀ *Imalaia* avute dalla coniglia precedente.

Una di esse, di circa 10 mesi, fu iniettata e l'altra lasciata per controllo. Entrambe furono accoppiate con lo stesso ♂ nero normale.

La coniglia iniettata partorì il 27 febbraio 1906 e produsse 5 piccoli neri, di cui 3 ♀ e 2 ♂; quella normale partorì il 30 gennaio s. a. anche 5 piccoli neri, di cui 1 ♀ e 4 ♂.

Nell'anno successivo, praticando agli stessi soggetti, 40 giorni circa prima dell'accoppiamento, le iniezioni di Lecitina si ebbero costantemente piccoli Imalaia.

6. Altri casi esaminati attestano che non sempre il trattamento a cui sono assoggettate le femmine agisce contemporaneamente sulla produzione del sesso e dei caratteri recenti. Difatti, alcune volte si ha nelle nidiate una prevalenza di individui di sesso femminile, però con i caratteri della razza più antica dell'incrocio, altre volte invece la maggior parte dei prodotti portano i caratteri della razza recente o materni, ma senza che il sesso sia corrispondente, essendo alcuni ♂, altri ♀.

---

niger × *pallidus*, veggasi: Correns C., *Ueber die dominierenden Merkmale der Bastarde*, Ber. der deutsch. botan. Gesellsch. XXI, 1902.

Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale und der Mosaikbildung der Bastarde, ibidem, XXI.

Veggasi anche: Bateson W., *Note on the Resolution of Compound Characters by Crossbreeding*, Proc. Cambridge Phil. Soc., XII, 1902.

Tali risultati, messi a confronto con quelli esposti nel paragrafo 4°, attestano che le modificazioni raggiunte dall' uovo sono indipendenti, sia per la produzione del sesso, sia per la conservazione dei caratteri materni, ma che talora tali modificazioni sono concomitanti. Io credo che la causa di tale concomitanza di modificazioni del germe dipenda da un trattamento più appropriato, che è in relazione all'età, allo stato fisiologico e ad altre condizioni organiche dei soggetti difficili a poter precisare.

7. In questo paragrafo viene riferito su di un caso in cui, in un incrocio normale, i prodotti non furono conformi alla 1ª legge di Mendel.

Fu incrociata una coniglia di razza Angora, giovane e ben nutrita con ♂ grigio vecchio di circa 4 anni. Dal parto, avvenuto il giorno 8 febbraio 1906, si ebbero 8 piccoli di cui 5 ♂, 3 ♀.

Per i caratteri delle razze incrociate si ebbero 4 grigi tutti ♂ e 4 *Angora*, di cui 3 ♂ ed 1 ♀.

Questo risultato, secondo me, attesta che anche normalmente, per un metabolismo speciale delle ova, si può contravvenire alla legge di Mendel. L'obbiezione che possa trattarsi di una comparsa di individui mendeliani remissivi, causata da speciale aggruppamento di cromosoni viene in ogni caso ribattuto dal complesso di questi studi, in cui non si è fatto altro che imprimere alla grande maggioranza delle uova uno speciale metabolismo, il quale manca normalmente per un carattere inerente alla specie presa come oggetto di queste ricerche.

È da escludere, però, che nei casi su esposti possa trattarsi di una ordinaria comparsa di *individui remissivi*, perchè, come si è detto, prima di assoggettare le Coniglie di razze recenti al trattamento proposto, venivano una o due volte accoppiate nello stato normale con gli stessi maschi.

Lecitina, sua conservazione e metodi adoperati per fare le soluzioni.

Ho ritirato la lecitina dalla casa E. Merck di Darmstadt, che ne fornisce relativamente pura. Per conservarla a lungo l' ho fatta deporre in piccoli vasi, contenenti ciascuno 5 gr. di sostanza. Tale precauzione è necessaria, perchè a lungo andare la lecitina si altera, acquistando un colorito bruno, reazione acida ed un odore particolare di *ammine*, mentre quando è pura ha colore chiaro-giallastro, consistenza cerea ed un odore etereo.

Vari mezzi furono messi in atto per fare le soluzioni. Non tutti però si prestano per l' uso che se ne vuol fare, come le soluzioni che si ottengono in alcool o cloroformio, nè sono pratici quei mezzi liquidi, come le soluzioni fisiologiche comuni o quelle ottenute con le pastiglie del Poehl, poichè la lecitina si deposita subito sotto forma di un precipitato fioccoso.

Si ottengono però buone soluzioni con gli olî, che restano stabili a lungo andare, e ad essi io ho sempre ricorso. Ho adoperato per prima l'*olio di uliva* e di *mandorle*, che lavavo all'*alcool* e poi *sterilizzavo*, ottenendo delle discrete soluzioni dopo lungo tempo che tenevo il miscuglio al termostato, alla temperatura di 45° C.

L'*olio di vasellina* però, sia perchè inerte, sia perchè scioglie molto meglio degli olî su mentovati, tanto che si possono ottenere soluzioni concentratissime che si conservano limpide per lungo tempo, è stato preferito [1].

L'olio di vasellina, prima di essere usato, si sterilizzi, portandolo alla temperatura di 100°. Per fare le soluzioni se ne versi 10-15 cc. in una capsula di porcellana a fondo piano, in cui si siano già messi 10 gr. di lecitina. Mediante una spatola si mescoli per bene, in modo da ridurre la *lecitina* in piccoli frammenti (tale operazione può compiersi anche in un mortaio di vetro sterilizzato), e poi si aggiungano 90-85 cc. di olio per raggiungere la proporzione del 10 %. Il tutto, così preparato, si metterà in un termostato, in cui la temperatura si manterrà tra i 35°-38° C., e si avrà cura di rimescolare ogni 5-8 ore per agevolare il miscuglio.

Dopo 24 ore la lecitina si è perfettamente sciolta ed allora si avrà un liquido di consistenza *sciroppasa* e di un colore *giallo-oro*, che è pronto per l'iniezione.

Il liquido così ottenuto, col raffreddamento, pur conservandosi limpido, si rapprende ed a lungo andare l'olio si separa dalla lecitina, che si deposita al fondo. In tal caso, per ripetere le iniezioni, bisogna riscaldare di nuovo al Termostato ed agitare il miscuglio.

È necessario avvertire che l'*olio di vasellina*, quando le iniezioni sono abbondanti e non bene eseguite, produce dei disturbi che si riflettono sul risultato degli esperimenti. Ho fiducia però che possa trovarsi un mezzo più efficace ed alla portata di tutti per far entrar nell'organismo la *Lecitina* o qualche altro prodotto che la sostituisca.

Tecnica per le iniezioni ed altre norme relative all'allevamento dei Conigli.

Per queste esperienze mi sono servito per lo più di soggetti che avevano avuto già un primo parto e che perciò avevano raggiunto un anno di età.

Le iniezioni dovranno esser fatte alle femmine almeno un mese prima dell'accoppiamento; però si avranno risultati più sicuri se il trattamento durerà anche di più.

Si farà una prima serie di iniezioni sottocutanee ai due lati dell'addome, nella regione lombare, tenendosi molto al disopra del tessuto mammario. Affinchè il liquido non ristagni, producendo degli ingorghi, l'iniezione non dovrà essere molto superficiale, ma invece profonda, in modo che la punta dell'ago tocchi lo strato muscolare; dopo sarà fatto sulla parte un diligente massaggio.

La quantità di sostanza che dovrà iniettarsi sarà regolata dall'età e dalla mole degli individui; in quelli aventi un anno e più s'inietterà da 2 fino a 5 cc. di soluzione concentrata e con intervallo di 3 giorni si faranno 6-7 iniezioni.

Dopo 6 o 8 giorni si comincerà una seconda serie di iniezioni *intraperitoneali*, che saranno alternate con iniezioni *sottocutanee*, lasciando passare tra l'una e l'altra un intervallo di 2 o 3 giorni. S'inietterà nel *cavo peritoneale* da 2 a 3 cc. di solu-

[1] Per le soluzioni di lecitina si riscontri: Rivista di Chimica e Farmacia. Roma, anno XX, n. 24, 1903, pag. 351, *Soluzioni oleose di lecitina*.
Si riscontri anche: Annali di E. Meck, 1901, pagg. 118 e seg.

zione concentrata di lecitina e sottocute da 2 a 4 cc., facendo in tutto da 4 a 6 iniezioni (1).

Nel fare le iniezioni intraperitoneali è necessario usare delle precauzioni per evitare i disturbi, derivanti da una infezione. A tale scopo saranno tagliati i peli e sarà disinfettata la parte, lavando con soluzione di sublimato corrosivo al 2 °/₀₀ a cui sarà aggiunta dell'acqua calda. L'ago prima di essere adoperato, sarà immerso nell'acqua bollente e poi asciugato con *cotone idrofilo*.

Per introdurre l'ago, senza ledere i visceri addominali, bisogna prendere con due dita la parete dell'addome, compresa la tunica muscolare, e sollevarla, in modo da determinare uno spazio libero, in cui troverà posto l'ago. Quando si sarà acquistata però una pratica sufficiente, tale precauzione non è necessaria e basta solo accompagnare l'ago fra i tessuti della parete addominale, fino a che non abbia attraversato il peritoneo.

Fatta l'iniezione, senza fare penetrare dell'aria, si operi il massaggio, comprimendo ripetutamente l'addome, affinchè la sostanza introdotta si distribuisca in tutta la cavità peritoneale.

Il punto migliore per fare l'iniezione peritoneale è anche la regione lombare, molto al di sopra del tessuto mammario.

L'ora più opportuna è la sera o la mattina, prima della distribuzione dei pasti.

Dopo il trattamento su esposto, le coniglie si tengano in riposo da 6 a 10 giorni e poi si uniscano con maschi, giovani e proclivi all'accoppiamento, che potranno essere anche lecitinati o pur no. Nel 1° caso le iniezioni saranno molto meno di quelle che si fanno alla femmina, e cioè 3 o 4 tutte sottocutanee (2).

Per ricominciare il trattamento, dopo ciascun parto, bisogna far passare da 15 a 20 giorni.

Spesso ciò è necessario, perchè non sempre nel 1° parto si hanno risultati favorevoli.

Per l'ubicazione della conigliera e l'allevamento dei soggetti rimando al *Trattato di coniglicultura pratica* del Licciardelli, avanti citato.

Le coniglie siano collocate, in ogni modo, in un punto soleggiato, con esposizione possibilmente ad oriente.

I pasti, che si somministreranno, saranno abbondanti, specialmente alle femmine, come segue:

Mattina: Verdura (torsoli e foglie di cavoli, sedani o finocchi, lattughe od altre insalate) gr. 500.

Mezzogiorno: Crusca, gr. 150.

Sera: Verdura, come alla mattina.

(1) Le iniezioni intraperitoneali potranno essere sostituite da *iniezioni sottocutanee*; però, in tal caso, queste dovranno essere più abbondanti.

(2) In alcune esperienze fatte con maschi anche assoggettati a poche iniezioni sottocutanee, ho notato una più spiccata prevalenza di femmine e per tale ragione nella prima parte di questo lavoro ho espresso il parere che nella produzione del sesso i maschi esercitassero un'azione *concomitante* e non *antagonista* come credono alcuni (Mc. Clung, Sutton).

Nelle presenti ricerche, però, tale aumento, probabilmente dovuto agli spermî, non ha un valore speciale od assoluto, poichè come largamente si è dimostrato nei varii capitoli della seconda parte, le uova, per i materiali specifici di cui sono forniti, sono ora determinati per maschi ed ora per femmine. Mi propongo però, disponendo di mezzi adeguati, di trattare più estesamente tale quistione.

Brevi cenni sulla tecnica microscopica adoperata per lo studio delle ovaie.

Per fissare le ovaie furono fatti varî tentativi, tendenti ad alterare il meno possibile la struttura dei varî elementi e specialmente delle uova.

Fu, infatti, adoperato il liquido di Benda, con le successive manipolazioni consigliate per tale metodo, quello di Flemming, di Müller, di Lenhossek, di Mingazzini e molti altri.

Tutti questi liquidi però non corrisposero ad una perfetta conservazione, poichè con preparati di controllo, eseguiti con alcuni di tali miscugli, in cui si era diminuita la quantità di *acido acetico*, si ebbero risultati diversi, che per varie considerazioni debbono essere ritenuti migliori. Mentre con i primi liquidi adoperati si osservavano *formazioni vacuolari* o spazî artefatti, come nella zona pellucida o nel vitello delle uova, che da alcuni osservatori furono erroneamente interpretati per formazioni normali, con i secondi le stesse parti ed il tessuto ovarico in genere era più compatto per la conservazione di sostanze che l'acido acetico scioglie o altera in altro modo.

Il liquido di Lenhossek e di Mingazzini contengono, infatti, una notevole quantità di acido acetico, il che dovrebbe, indipendentemente dall'osservazione su riferita, mettere in sospetto.

Il liquido fissatore, che ho adoperato con successo in queste ricerche, in cui, oltre alla topografia delle parti, era per me interessante conservare inalterati il meno possibile alcuni elementi e la loro composizione chimica, fu una miscela in parti uguali di sublimato corrosivo in soluzione satura e di alcool a 90°, a cui veniva aggiunta qualche goccia di Acido acetico.

Quivi le ovaie, ridotte in fette trasversali di 3 a 4 mm., venivano lasciate da 5 a 7 ore e poi passate successivamente nell'alcool iodato ecc., come comunemente si usa.

Il liquido Benda, sebbene alteri non poco le uova e le cellule follicolari, fu spesso adoperato per lo studio delle formazioni mitocondriali del vitello.

Tale metodo serve però benissimo per studiare le *cellule interstiziali* dell'ovaia ed i *corpi lutei.*

Le colorazioni furono fatte sempre sul vetrino, appiccicando le sezioni con l'acqua distillata. I liquidi coloranti furono l'ematossilina Erlich, Kleinemberg ed Heidenhain. Da preparati di confronto fatti con queste tre Ematossiline, su sezioni di una stessa ovaia presa da coniglie in diverse condizioni, sia naturali che sperimentali, è risultato che l'*ematossilina ferrica di Heidenhain* ha una incontestabile superiorità sulle altre. Essa, difatti, oltre ad essere un energico colorante delle sostanze nucleari, colora e permette di studiare altri corpi estranucleari, che con le altre ematossiline o non si vedono affatto o appena s'intravedono.

Quando con questo metodo si è acquistata una buona pratica, in modo da arrestare la differenziazione nell'allume ferrico in tempo opportuno, si possono svelare

alcune strutture, come i *corpi cromatici* dell'ooplasma, che hanno, come si è detto, una singolare importanza per la vita dell'ovaia.

Oltre a ciò, come avanti si è detto, i risultati che si ottengono con l'ematossilina ferrica, dopo fissazione al Sublimato, sono d'accordo con le reazioni microchimiche dirette a scoprire le sostanze fosforate nell'intima struttura delle cellule, cosicchè può esso, sotto un certo aspetto, anche ritenersi un metodo microchimico.

I corpi estranucleari con forma mielinica, che si colorano con ematossilina ferrica, poichè si decolorano, differenziando a lungo il preparato, mentre le sostanze nucleari restano colorate, debbono da questi differirsi anche chimicamente. Che ciò sia vero si può desumere dalle colorazioni ottenute con la miscela Biondi-Heidenhain o con il metodo Flemming alla Saffranina, con i quali mezzi, come si è detto in un capitolo precedente, le sostanze nucleari e quelle estranucleari si colorano diversamente.

Oltre ai metodi di colorazione su indicati, dopo aver colorato con l'ematossilina ferrica, si è aggiunto spesso un colore di fondo, come la *fucsina acida*, la *rubina*, l'*eosina* o il *carminio ammoniacale*, il *Lichtgrün*, ecc.

INDICE DEI CAPITOLI

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Lettere comuni a tutte le figure.

a = corpo cromoide che esce dalla z. p.
al = albuginea.
alc = albuginea compatta.
alv = albuginea vacuolizzata.
asn = accumulo di sostanze nutritizie nella z. p.
ca = cellula ep. nella fase di assorbimento.
cc = corpi cromatici.
cd = correnti di granuli.
cco = corpi cromatici dell'ooplasma.
ccC = cellula centrale del corpo di Call.
cl = cellule periferiche del corpo di Call.
cm = corpi mielinici.
cre = contenuto reticolare.
cr = cristalloidi.
cp = cellule parietali della granulosa.
crr = cellule ep. che ritornano al riposo.
ccr = cellule coronali.
cs = capillari sanguigni.
csa = cumuli di sostanze assorbite dall'epitelio.
csi = cellule ep. nella fase di assimilazione.
el = elementi linfoidi.
ela = elementi linfoidi appiattiti.
fi = filamenti protoplasmatici.
fo = follicolo ovarico.
go = granulosa ovulare.
gpa = granulosa parietale.
gp = granuli periferici.
i = cellule interstiziali.
lf = liquido follicolare.
na = nucleo allungato nella fase di secrezione interna.
nd = nuclei degenerati.
ngic = nuclei grossi e più colorati.
nm = nucleo ovulare in mitosi.
nv = nucleo vitellino.
oo = ooplasma.
ooc = oocite.
o♂ = ovo maschile.
o♀ = ovo femminile.
ret = *retinacula.*
rt = reticolo fondamentale.
sd = segmento distale.
sp = " prossimale.
si = sostanza iniettata nel cavo peritoneale.
spo = spazio perivitellino.
str = stroma ovarico.
sne = sostanze elaborate dai *retinacula.*
sf = sostanza fondamentale.
tc = tubo corticale.
te = teca del follicolo.
zgf = zona dei giovani follicoli.
zp = zona pellucida.
zpa = zona pellucida alterata dai reagenti.
va = vacuoli interepiteliali.
vg = vescicola germinativa.
vo = vacuoli dell'ooplasma.
vv = vacuoli pieni di olio di vasellina.

Tavola I.

Figg. 1ª, 2ª, e 3ª. — Distese di epitelio germinativo di ovari, appartenenti a piccole coniglie di 4 mesi circa, in diverse fasi di assorbimento.

1ª). — Cellule nel 1° periodo di assorbimento con protoplasma esterno o distale ispessito ed interno o prossimale vacuolizzato e nucleo rotondeggiante.

Dopo 7 ore dell'iniezione intraperitoneale di Lecitina. Zeiss $\frac{\text{oc. comp. 6}}{\text{obb. im. om. } ^1/_{16}}$.

2ª). — Cellule in un periodo successivo di assorbimento con protoplasma esterno sottile ed interno filiforme e con slargamento alla base: il nucleo è nel segmento esterno della cellula e di forma allungato con cromatina raccolta alla base. Le cellule sono separate da larghi spazii vacuolari, l'albuginea comincia anche a vacuolizzarsi.
Dopo 24 ore. Ingr. c. s.

3ª). — Cellule nella fase finale di assorbimento con protoplasma interno, contenente granuli cromatici raccolti specialmente alla base, da cui si dipartono rami che s'insinuano nel sottostante connettivo. Questo nella porzione sottostante l'epitelio è ispessito e contiene granuli cromatici isolati o ammassati. Al di sotto di esso trovasi del connettivo compatto con 3 capillari.
Dopo 2 giorni. Ingr. c. s.

Fig. 4ª. — Cellule che ritornano in riposo.
Dopo 8 giorni. Ingr. c. s.

Fig. 5ª. — Cellule in fase di assorbimento e di ritorno al riposo.
Dopo 2 giorni. Ingr. c. s.

Figg. 6ª e 7ª. — Due distese epiteliali in cui si osserva la prima (fig. 6ª) e l'ultima fase (fig. 7ª) di assorbimento. Coniglia normale. Epoca dei calori.
Ingr. c. s.

Fig. 8ª. — Epitelio germinativo atrofico di Coniglia digiunante. Uccisa dopo 20 giorni.
Zeiss $\frac{\text{oc. com. 6}}{\text{obb. im. om. } ^1/_{16}}$.

Figg. 9ª e 10ª. — Fasi di assorbimento dell'epitelio germinativo di Coniglie iniettate.

9ª). — Da Coniglia di 15 mesi circa, iniettata nel cavo peritoneale e uccisa dopo 6 giorni. Cellule in diverse fasi di assorbimento.
Zeiss $\frac{\text{oc. comp. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

10ª). — Da piccola Coniglia iniettata nel cavo peritoneale ed uccisa dopo 7 ore.
Ingr. c. sopra.

Fig. 11ª. — Porzione di ovaia di Coniglia di 7 mesi, iniettata, per mostrare i capillari nella regione corticale.
Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 160 m. m.}}$.

Figg. 12ª e 13ª. — Granulosa ovulare con cellule *coronali* e *retinacula* in Coniglia ipernutrita mediante iniezioni di Lecitina (fig. 13ª) ed in Coniglia digiunante (fig. 12ª).

13ª). — I *retinacula* presentano un nucleo circondato da protoplasma centrale e da un protoplasma periferico vacuolizzato e limitato da granuli di secrezione. Questi si raccolgono in spazii interepiteliali. La zona pellucida presenta delle piastre nere dovute ad accumuli di sostanze di nutrizione e delle linee raggiate che denotano le correnti di diffusione. Il vitello è ricco di corpi cromatici.
Zeiss $\frac{\text{oc. com. 6}}{\text{obb. im. om. } ^1/_{16}}$.

12ª). — I *retinacula*, le cellule coronali, la zona pellucida e l'ooplasma mancano delle sostanze di nutrizione. I *retinacula* sono uniti fra loro e con le cellule coronali mediante ponti protoplasmatici.
Ingr. c. sopra.

Tavola II.

Fig. 1ª. — Porzione di granulosa parietale di Coniglia normale per mostrare i rapporti tra i capillari e le cellule esterne della granulosa.

$$\text{Zeiss} \frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. im. om. } {}^{1}/_{16}}.$$

Fig. 2ª. — Corpo di Call ed Exner nella granulosa parietale di Coniglia normale.

$$\text{Zeiss} \frac{\text{oc. com. 6}}{\text{obb. im. om. } {}^{1}/_{16}}.$$

Fig. 3ª. — Corpo di Call ed Exner nella granulosa parietale di Coniglia ipernutrita con ripetute iniezioni di Lecitina.
Ingr. c. s.

Figg. 4ª e 5ª. — Corpi di Call ed Exner in Coniglie di 5 mesi che subirono 3 iniezioni sottocutanee di 5 c. c. di Lecitina. Vi si osservano all'interno cellule stellate, probabilmente in via di disfacimento.

$$\text{Zeiss} \frac{\text{oc. comp. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}.$$

Figg. 6ª e 7ª. — Due tipi diversi di oociti quasi a completo sviluppo, distinti dalla presenza o mancanza di materiali nutritizii nella zona pellucida e nell'ooplasma.

6ª). — Coniglia normale in calore. Il vitello manca di corpi cromoidi. La zona pellucida in massima parte è anche sprovvista di materiali nutritizii.

$$\text{Zeiss} \frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}.$$

7ª). — Coniglia normale in calore. Ovo nello stadio della figura precedente, con cumulo proligero. Zona pellucida ricca di materiali nutritizii, vitello cosparso di corpi cromatici e cristalloidi. Le cellule coronali sono più sviluppate in corrispondenza del maggiore accumulo di sostanze nutritizie della zona.
Ingr. c. sopra.

Fig. 8ª. — Ooocite con zona, come la fig. precedente, e vitello cosparso di cristalloidi e corpi cromatici nella parte periferica e contenente un nucleo vitellino.
Ingr. come sop. (Da coniglio normale in calore).

Fig. 9ª. — Oocite con zona sprovvista di materiali nutritizii e vitello cosparso di cristalloidi e corpi cromatici.
Ingr. c. s. (Da coniglio normale in calore).

Fig. 10ª. — Oocite, allo stadio della figura 7ª, di Coniglia digiunante, uccisa dopo 20 giorni. La zona pellucida ed il vitello sono affatto sprovvisti di materiali nutritizii.

Le cellule della granulosa ovulare sono atrofiche con nucleo più piccolo dell'ordinario e raggrinzato.
Ingr. c. sopra.

Fig. 11ª. — Oocite con follicolo molto sviluppato, in cui si è formata una cavità follicolare, di Coniglia uccisa quasi al termine della gravidanza. La zona ed il vitello presentano gli stessi caratteri della figura precedente.

$$\text{Zeiss} \frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}.$$

Fig. 12ª. — Porzione di oocite, allo stadio della fig. 7ª. La zona pellucida è ricca di materiale nutritizio, il quale passa nel vitello, come si vede in *a*, in cui un *corpo cromatico* è ancora legato alla zona da un peduncolo. La rete vitellina è ricca di corpi cromatici di varia grandezza. Le cellule coronali sono anastomizzate con i *retinacula*.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. im. om. } ^1/_{16}}$.

Fig. 13ª. — Oocite con zona ricca di materiali nutritizii e vitello cosparso di corpi cromatici.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3.0 m.}}$. (Da Coniglia normale in calore).

Fig. 14ª — Porzione corticale di un'ovaia di Coniglia normale in calore.

Si vedono due follicoli a quasi completo sviluppo, e di cui uno contiene un *ovo* con zona pellucida ricca di materiali nutritizii, vitello cosparso di corpi cromatici e *cellule coronali* più sviluppate, l'altro è affatto privo di tali attributi.

Il 1° è un ovo per *femmina*. Il 2° è per *maschio*.

Figura, ricavata con Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 160 m. m.}}$, ridotta.

Tavola III.

Figg. 1ª, 2ª, 3ª, 4ª. — Oociti con follicolo monostratificato per mostrare lo sviluppo della zona pellucida e la forma glandulare delle cellule.

Nella fig. 2ª le cellule follicolari contengono evidenti granuli di secrezione. Nella 4ª la zona è formata da puntini più colorati disposti a rosario. Da Coniglie iniettate.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

Fig. 5ª. — Oocite con follicolo polistratificato, da Coniglia iniettata ripetutamente con Lecitina, come è indicato a pag. 358.

La zona presenta le correnti di diffusione. Il vitello è ricco di corpi cromatici alla periferia, dove si vede anche il nucleo vitellino.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

Fig. 6ª. — Oocite con follicolo polistratificato più nutrito del precedente. Il vitello è tutto cosparso di corpi cromatici, la zona pellucida è nera per accumulo di materiali nutritizii. (Dalla stessa sezione di ovaia).

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

Fig. 7ª. — Veduta d'insieme di un follicolo di media grandezza, con *teca* del *follicolo* (*te*) e cellule interstiziali (*i*). Il liquido follicolare è costituito da corpi cromatici simili a quelli che si trova nella zona pellucida e nel vitello. Da ovaia di Coniglia trattata come sopra.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 160 m. m.}}$.

Fig. 8ª. — Porzione di oocite con follicolo per mostrare le sostanze depositate fra le cellule e la loro partecipazione alla formazione dello strato punteggiato, esterno alla zona pellucida. Questa è attraversata da correnti che si originano da tale strato e finiscono in un altro strato di granuli soprastanti al vitello dell'ovo.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. im. om. } ^1/_{16}}$.

Fig. 9ª. — Ovo maturo ipernutrito artificialmente mediante iniezioni di Lecitina. *Ovo per femmina*.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. im. om. } ^1/_{16}}$.

Fig. 10ª. — Porzione di ovo maturo con cellule della granulosa per mostrare i rapporti di queste con la zona pellucida e lo spazio perivitellino che contiene granuli provenienti dallo strato granulare esterno (strato feltrato di Regaud e Dubreuil), mediante le correnti che attraversano la zona. Semi-schematica.

Fig. 11ª. — Ovo maturo da Coniglia normale in calore, prossimo ad uscire dal follicolo. La zona pellucida ed il vitello sono affatto sprovvisti di corpi cromoidi. *Ovo per maschio.*

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

Fig. 12ª. — Porzione corticale di ovaia di Coniglio di 5 mesi circa iniettato. L'ooplasma contiene corpi cromatici. Il nucleo vitellino in alcuni oociti pare che stia per uscire dal nucleo.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

Fig. 13ª. — Oocite con follicolo bistratificato, da ovaia trattato con il liquido Lenhossek-Mingazzini. L'ooplasma è ricco di corpi cromoidi a forma di acicule. La zona pellucida è alterata dal fissatore.

Ingr. c. sopra.

Tavola IV.

Fig. 1ª. — Oocite con follicolo polistratificato ricavato da sezione di ovaia, trattata con la miscela Erlich-Biondi-Heidenhain, per mostrare che i materiali della zona pellucida e del vitello non ostante contengano Fosforo, sono diversi dalla cromatina nucleare. Nel vitello sono anche due cristalloidi. Coniglie normali in calore.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

Fig. 2ª. — Oocite con cavità follicolare molto sviluppata, trattato con lo stesso metodo. Nel vitello si osservano i globuli deutoplasmici colorati in rosso e nella zona le correnti dei granuli anche in rosso. Coniglia normale in calore.

Ingr. c. sopra.

Fig. 3ª. — Ooocite con follicolo polistratificato, ricavato da sezione di ovaia trattata per breve tempo con la *Saffranina*, secondo il metodo di Flemming. Gl'inclusi ovulari e la zona sono quasi incolori, mentre i nuclei sono colorati in rosa.

Ingr. c. sopra.

Figg. 4ª, 5ª, 6ª. — Ritratte da sezioni trattate con il Reattivo molibdico-stannoso, per vedere se i *corpi cromatici* avanti studiati e disegnati contenessero Fosforo e ciò allo scopo di potere stabilire la natura chimica di detti materiali e di vedere in che rapporto essi fossero con le sostanze iniettate.

4ª). — Da Coniglia iniettata con Lecitina simile all'oocite disegnato nella fig. 6ª, tav. III. La zona pellucida ed i corpi cromatici del vitello sono fortemente colorati in azzurro per la presenza del Fosforo.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 3,0 m. m.}}$.

5ª). — Ovo maturo di Coniglia iniettata, con zona fortemente colorata in azzurro.

6ª). — Da ovaia di Coniglia normale fissata con il Liq. Lenhossek-Mingazzini. Oocite di media grandezza con zona decolorata. La zona pellucida è alterata dal fissatore.

Fig. 7ª. — Sezione di uno dei corpi che si formano nel peritoneo, in seguito a ripetute iniezioni intraperitoneali di Lecitina sciolta in Olio di vasellina.

Zeiss $\frac{\text{oc. c. 6}}{\text{obb. 160 m. m.}}$.

Tavola V.

Fig. 1ª. — Coniglio maschio grigio, adoperato per tutti gl'incroci.
» 2ª. — Incrocio tra ♂ grigio e ♀ Polacca normale. I prodotti sono tutti grigi.
» 3ª. — Incrocio come sopra. I prodotti sono anche grigi.
» 4ª. — Incrocio tra ♂ grigio e ♀ Imalaia normale. I prodotti sono tutti grigi.
» 5ª. — Incrocio tra ♂ grigio e ♀ nera. I prodotti sono tutti grigi.
» 6ª. — Incrocio tra ♂ nero normale e ♀ Imalaia lecitinata. I prodotti sono Imalaia.
» 7ª. — Incroci tra ♂ nero e ♀ Imalaia lecitinata. I prodotti sono in parte Imalaia, in parte presentano caratteri transitorii.
» 8ª. — Incrocio tra ♂ grigio e ♀ di colore giallo lecitinato. I prodotti sono in parte gialli in parte grigi. Nel parto successivo, continuando il trattamento alla femmina, i prodotti furono tutti gialli.
» 9ª. — Incrocio tra ♂ nero e ♀ Imalaia lecitinata. I prodotti sono in parte Imalaia ed in parte neri.
» 10ª. — Incrocio tra ♂ nero e ♀ Polacca (delle figg. 2ª e 3ª) lecitinata. I prodotti sono 6 Polacchi (5 ♀ ed 1 ♂) e 2 neri (1 ♂ e 1 ♀).
» 11ª. — Incrocio tra ♂ Polacco e ♀ Imalaia lecitinata. I prodotti furono tutti Imalaia e tutti di sesso femminile.
» 12ª. — ♂ grigio incrociato con:
» 13ª. — ♀ olandese di razza non selezionata avuta dal Mercato.
» 14ª. — Prodotti del primo incrocio della coppia precedente allo stato normale, Essi sono tutti di color grigio, di cui 3 ♂ ed 1 ♀.
» 15ª. — Prodotti di un secondo incrocio, dopo che la ♀ è stata lecitinata: 3 con caratteri della madre sono ♀, 1 con carattere paterno ♂.
» 16ª. — Incrocio allo stato normale tra ♂ grigio vecchio di 4 anni e ♀ Angora giovane di 1 anno.
» 17ª. — Spaccato dell'addome di una Coniglia normale dalla quale furono rimossi i visceri per mostrare le ovaie. Grandezza naturale.
» 18ª. — Fotografia, come la precedente, presa da una Coniglia lecitinata per mostrare le ovaie molto ingrossate. Grandezza naturale.

Danesi lit. — Via Depretis 92, Roma

F. Albergo Patti dis.

1.
cp.
ret.
2.
cl.
cre.
3.
ret.
cl.
gp.
cm.
4.
cm.
te.
cp.
ret.
ccC.
5.
te.
ccC.
6.
ccr.
cco.
zp.
7.
cc.
cco.
cr.
zp.
ccr.
ret.
8.
te.
nv.
zp.
cr.
9.
zp
cr.
cco.
10.
ccr.
spv.
zp.
11.
zp.
ccr.
spv.
12.
ccr
zp
oo
cco
a
ret.
13.
cco.
vg.
cp
zp.
14.
epg.
ooc.
zgf.
gpa.
gpa.
go.
o♂.
zp.
lf.
cs.
i
te.
lf.
o♀
ccr.
zp.
go
F. Albergo Patti dis.
E. Battisti lit. — Via Depretis 92, Roma

Albergo Pàtti dis.

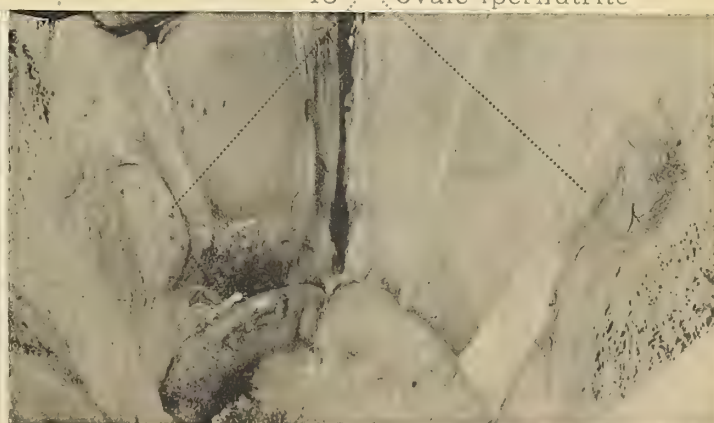
E. Battisti lit. — Via Depretis 92, Roma

F. Albergo Patti dis.

E. Battisti lit. — Via Depretis 92, Roma

Incrocio ♂ nero normale
♀ Imalaia iniettata

F. ALBERGO PATTI fotografò dal vero.

E. BATTISTI - Via Depretis, 92 - ROMA.

Ricerche sopra l'acido santoninico.

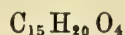
Memoria del Corrispondente A. ANGELI e di L. MARINO

inviata durante le ferie accademiche del 1907.

L'esperienze accennate nella nostra Nota col titolo: *Ricerche sopra l'acido santoninico*, inserita nei Rendiconti dell'Accademia [1], sono con qualche dettaglio descritte in questa Memoria. Esse si riferiscono ai prodotti di ossidazione dell'acido sopraddetto.

Queste reazioni erano state già tentate da altri, ma con risultato poco soddisfacente, giacchè se la maggior parte degli ossidanti e specialmente il permanganato attaccano la santonina (e rispettivamente l'acido santoninico) per quanto si facessero reagire nelle più svariate condizioni non era stato possibile ottenere finora che acido ossalico o succinico [2].

Le nostre esperienze ci hanno condotti a risultati alquanto diversi ed impiegando del pari il permanganato ci fu possibile ottenere una serie di prodotti di ossidazione graduale [3], lo studio dei quali potrà senza dubbio venire utilizzato per stabilire in modo definitivo la struttura dell'acido santoninico

$$C_{15}H_{20}O_4$$

e del suo lattone, la santonina.

Come primo termine isolammo una sostanza ben cristallizzata, che per brevità chiameremo Biossisantonina

$$C_{15}H_{18}O_5$$

senza volere con questo asserire che la sua struttura sia più o meno affine a quella

(1) Rend. R. Acc. dei Lincei (1907), vol. XVI, 1° sem., pag. 159.

(2) Gazz. chim. Ital., XXIX (2), pag. 206; Berliner Berichte, XX, pag. 1662. L'acido succinico venne ottenuto ancora alcune decine di anni addietro da Heldt, ossidando la santonina con acido nitrico.

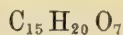
(3) È necessario impiegare soluzioni diluite, operare a bassa temperatura ed aggiungere il permanganato poco per volta, giacchè questo, oltre che ossidare l'acido santoninico, può reagire anche sopra i prodotti di ossidazione. Se non si seguono queste cautele, anche partendo da eguali pesi di sostanze, si può arrivare a risultati che differiscono notevolmente fra di loro.

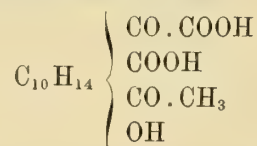
della santonina da cui si parte. Senza dubbio però anche questa sostanza rappresenta il lattone di un acido biossisantoninico

$$C_{15}H_{20}O_6$$

formatosi in una prima fase ed in mezzo sempre alcalino.

Per ossidazione ulteriore si ottiene un *acido chetonico* che con tutta probabilità contiene un atomo di ossigeno in più del precedente

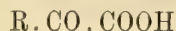
$$C_{15}H_{20}O_7$$

È sciropposo, colorato in giallognolo e, per quanto si dirà in seguito, la sua struttura si potrà rappresentare nel seguente modo:

$$C_{10}H_{14}\left\{\begin{array}{l}CO.COOH\\COOH\\CO.CH_3\\OH\end{array}\right.$$

Bollito con acqua e perossido di piombo sviluppa anidride carbonica, proprietà caratteristica, com'è noto, degli acidi α-chetonici.

Ossidato moderatamente con permanganato ovvero anche con acido nitrico, esso fornisce acido ossalico; e si è trovato che una molecola di acido santoninico dà una molecola di acido ossalico. Sebbene questa sostanza sia fra le più facilmente accessibili, è noto che solamente quei composti organici i quali contengono certi determinati gruppi, per azione degli ossidanti forniscono in modo netto acido ossalico; nel caso nostro esso deriva senza dubbio dal residuo:

$$-CO.COOH$$

contenuto nella molecola dell'acido chetonico da cui si parte. E senza voler riferire particolari che tutti conoscono, noi qui ci limiteremo a ricordare che non tutti gli acidi α-chetonici

$$R.CO.COOH$$

vengono ossidati con formazione di acido ossalico; accenneremo solo a due casi interessanti studiati da Adolfo v. Baeyer, il quale, nel corso delle sue celebri ricerche sopra i terpeni, ha trovato che l'acido pinoilformico:

$$C_7H_{12}O_2(CH.CO.COOH,$$

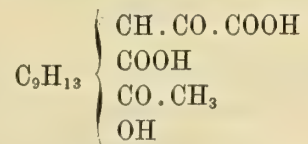
per ossidazione con acido nitrico fornisce con facilità acido ossalico, mentre invece, a parità di condizioni, non se ne formà dall'isomero acido omoterpenoilformico [1].

$$C_7H_{12}O_2(CH_2.CO.COOH).$$

Ciò dipende molto probabilmente dal fatto che nell'acido precedente l'atomo di idrogeno terziario, prossimo al carbonile, è più mobile che non gli atomi di idrogeno

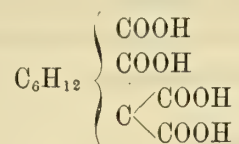
[1] Berliner Berichte, XXIX 1907 (1895).

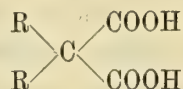
metilenici contenuti nell'acido omoterpenoilformico. Ciò conduce ad ammettere che anche l'acido chetonico da noi ottenuto contenga lo stesso aggruppamento.

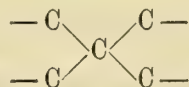
$$C_9H_{13}\begin{cases} CH.CO.COOH \\ COOH \\ CO.CH_3 \\ OH \end{cases}$$

Non ci fu ancora possibile di identificare il prodotto che si forma quando l'acido chetonico perde due atomi di carbonio sotto forma di acido ossalico; si tratta senza dubbio di un acido poco stabile che ha grande tendenza a perdere due altri atomi di carbonio per dare origine ad un acido saturo della serie alifatica, che contiene quattro carbossili e che chiameremo acido *eptantetracarbonico.*

$$C_{11}H_{16}O_8$$

Questa sostanza fonde verso 165° con sviluppo di anidride carbonica, perciò esso contiene senza dubbio due carbossili uniti ad uno stesso atomo di carbonio, vale a dire è un derivato dell'acido malonico.

$$C_6H_{12}\begin{cases} COOH \\ COOH \\ C\begin{matrix}\diagup COOH \\ \diagdown COOH\end{matrix} \end{cases}$$

La sua grande stabilità rispetto ai mezzi ossidanti anche i più energici (permanganato, acido jodico ([1]), può venir ricristallizzato dall'acido nitrico concentrato, oppure dall'acqua regia bollenti), dimostra che si tratta di un acido malonico bisostituito

$$\begin{matrix} R\diagdown & & \diagup COOH \\ & C & \\ R\diagup & & \diagdown COOH \end{matrix}$$

e che perciò nell'acido santoninico e quindi anche nella santonina deve essere contenuto l'aggruppamento:

$$\begin{matrix} -C\diagdown & & \diagup C- \\ & C & \\ -C\diagup & & \diagdown C- \end{matrix}$$

D'altra parte è noto che gli acidi malonici che si ottengono per ossidazione profonda delle sostanze naturali o sintetiche sono tutti bisostituiti.

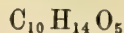
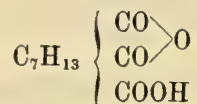
([1]) In seguito a molte esperienze eseguite, noi abbiamo trovato che gli acidi malonici monosostituiti per ebollizione con soluzione acquosa di acido jodico, sviluppano anidride carbonica e nello stesso tempo si libera jodio. A parità di condizioni gli acidi malonici bisostituiti rimangono inalterati, purchè i radicali sostituenti non contengano gruppi capaci di reagire per conto loro con l'acido jodico. In tal modo si opera direttamente sopra gli acidi liberi.

Seguendo invece l'elegante metodo proposto da Emilio Fischer (B. Ber. XXXV, 844) la diagnosi si effettua facendo reagire l'ammoniaca sopra gli eteri corrispondenti. I derivati monosostituiti dànno facilmente le ammidi, mentre i bisostituiti non reagiscono.

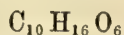
L'acido $C_{11}H_{16}O_8$ allo stato puro, per riscaldamento, oltre che una molecola di anidride carbonica perde anche una molecola di acqua per dare l'anidride (p. f. 145°).

$$C_{10}H_{14}O_5$$

di un acido *eptantricarbonico.*

$$C_7H_{13}\left\{\begin{array}{l}CO\\CO\end{array}\!\!>O\right.\\ \qquad\;\; COOH$$

Ciò dimostra che dei tre, due carbossili stanno fra loro come negli acidi succinico o glutarico.

Questa anidride per azione dell'acqua dà origine ad un acido sciropposo, dal quale con grande lentezza si separano cristalli. Nel vuoto, dopo qualche mese, assume l'aspetto di una massa solida, bianca, della composizione

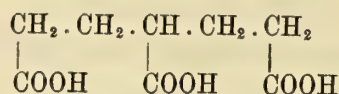
$$C_{10}H_{16}O_6$$

ma il punto di fusione non netto dimostra che il processo di cristallizzazione non è completo, ovvero che si tratta del miscuglio di due acidi. Fondendo però l'anidride con soda caustica, assieme a piccole quantità di acidi volatili della serie grassa, si arriva del pari ad un acido eptantricarbonico, che, ricristallizzato, fonde nettamente a 127°.

È inattivo alla luce polarizzata.

Anche questo acido presenta una grande stabilità rispetto ai mezzi ossidanti. Se però la soluzione acquosa dell'anidride primitiva vien bollita a lungo con acido cromico, in presenza di poco acido solforico, assieme ad acidi grassi (fra cui predomina l'acido acetico, ciò che dimostra che in tutte queste sostanze è contenuto almeno un gruppo metilico) si ottiene un miscuglio di più acidi; ma finora, in causa della piccola quantità di prodotto di cui potevamo disporre, non riuscimmo ad isolarli uno per uno. Ottenemmo un acido che presenta i caratteri dell'acido succinico ed un altro acido che fonde verso 110° e che purificammo per mezzo del sale argentico. È tribasico e molto probabilmente si tratta di un *acido pentantricarbonico.*

$$C_5H_9(COOH)_3$$

Le ulteriori ricerche ci dimostreranno se esso è identico con l'acido:

$$\begin{array}{lllll}CH_2 . & CH_2 . & CH . & CH_2 . & CH_2\\ | & & | & & |\\ COOH & & COOH & & COOH\end{array}$$

preparato sinteticamente da Emery (p. f. 106-107°) e da Perkin (p. f. 114-115°).

Acceneremo infine che partendo da un acido eptantetracarbonico impuro (ricristallizzato una volta dall'acido nitrico) ottenemmo del pari una anidride

$$C_{10}H_{14}O_5$$

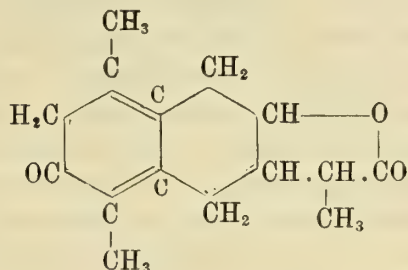
isomera di quella che abbiamo prima descritto, che fonde qualche grado più basso

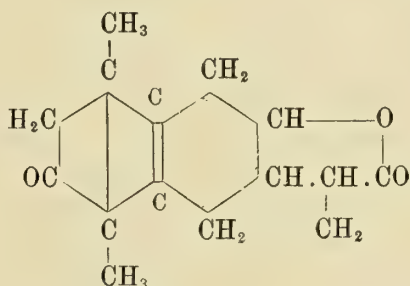
(141°), la quale, per ebollizione con acqua, assieme ad un prodotto oleoso, dà origine ad un altro acido

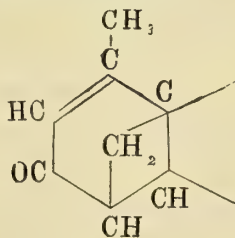
$$C_{10}H_{16}O_6$$

che fonde alla stessa temperatura dell'anidride da cui deriva.

Come si vede, i risultati di queste esperienze non stanno in buon accordo con la formola di struttura proposta per la santonina

CH_3
C CH_2
H_2C C CH——O
OC C CH.CH.CO
C CH_2 CH_3
CH_3

che venne stabilita sopratutto in base alla proprietà che ha questa sostanza di fornire derivati della dimetilnaftalina. E nemmeno la formola che viene considerata come tautomera (e che contiene due atomi di carbonio asimmetrici in più della precedente)

CH_3
C CH_2
H_2C C CH——O
OC C CH.CH.CO
C CH_2 CH_2
CH_3

permette di spiegare come la santonina, perdendo in una prima fase due atomi di carbonio consecutivi sotto forma di acido ossalico, possa dare origine ad un acido saturo della serie alifatica ad undici atomi di carbonio, tetracarbossilico e derivato dell'acido malonico. Le reazioni da noi finora scoperte si potrebbero invece spiegare, ammettendo che nella santonina sia contenuto un anello della forma (se non si vuole ammettere l'esistenza di un nucleo trimetilenico)

CH_3
C
HC C
CH_2
OC
CH
CH

Secondo questo modo di vedere la trasformazione della santonina in derivati

della dimetilnaftalina avverrebbe in seguito a rottura del ponte [1] e sarebbe analoga alla formazione dei derivati dal benzolo che si può effettuare partendo dalla canfora, pinene, cantaridina, ecc. [2].

Biossisantonina $C_{15}H_{18}O_5$.

Gr. 20 di santonina pura [3] (Kahlbaum) si sciolgono in cc. 50 di soda caustica al 15 % scaldando su bagno-maria; dopo breve tempo si ha un liquido perfettamente limpido, appena colorato in giallognolo. Dopo completo raffreddamento, questa soluzione si versa in un pallone contenente circa 400 gr. di ghiaccio, si agita per avere una massa uniforme e poi da un imbuto a rubinetto vi si fa cadere goccia a goccia, ed agitando continuamente, una soluzione di 30 gr. di permanganato di potassio in 500 cc. di acqua. Per impedire ogni possibile riscaldamento, contemporaneamente il pallone si tiene immerso in acqua e ghiaccio. Il permanganato viene immediatamente ridotto ed il liquido si lascia in riposo fino a che il biossido di manganese non si separi completamente. Si filtra allora, si lascia sgocciolare quanto più è possibile il liquido primitivo e poi si lava il biossido una sola volta sul filtro stesso con poca acqua. La soluzione ottenuta, la quale non può concentrarsi a caldo perchè il prodotto si altera, si acidifica con la quantità sufficiente di acido solforico al 25 %, si satura quindi con solfato di ammonio e si estrae alcune volte con etere. Già durante l'aggiunta di solfato ammonico viene a galla una sostanza gialliccia gommosa che si potrebbe separare, essendo in essa contenuta la maggior parte del prodotto della reazione; ma si è trovato più conveniente di aggiungere direttamente nel pallone l'etere necessario alla prima estrazione e ripetere poi il trattamento con etere. Dopo circa sette estrazioni, la quantità di sostanza asportata dall'etere è così piccola che non è più conveniente rinnovare l'operazione. Dal liquido etereo, per distillazione del solvente, si ottiene una sostanza giallognola sciropposa, in cui, come vedremo, è contenuto oltre alla biossisantonina un acido chetonico. Per isolare da questo denso sciroppo la biossisantonina, si elimina nel vuoto tutto l'etere ed al residuo si aggiunge acido solforico ovvero anche acido nitrico diluiti. Dopo breve riscaldamento a bagnomaria incomincia a separarsi una sostanza bianca, cristallina, che raccolta su filtro,

(1) La santonina, per azione dell'acido bromidrico in acido acetico glaciale, a freddo, viene facilmente trasformata in un prodotto che possiede i caratteri e la composizione della desmotroposantonina: Gr. 0,2165 di sostanza diedero di CO_2 gr. 0,5805 e di H_2O gr. 0,1425

	Trovato	Calcolato per $C_{15}H_{18}O_3$
C	73,12	73,17
H	7,31	7,31

L'acido santonico puro invece, anche per prolungata azione dello stesso reattivo, si mantiene inalterato.

(2) Probabilmente lo stesso si verifica per il caso dell'acido filicico e degli altri principî contenuti nel felce maschio.

(3) Si è anche adoperata santonina proveniente dalle case E. Merck (Darmstadt), C. Erba (Milano) e C. Pegna (Firenze) e si è sempre avuto lo stesso risultato.

è lavata accuratamente con acqua e quindi posta ad asciugare nel vuoto. Ricristallizzata dal benzolo fonde a 261° ed all'analisi dette i seguenti risultati:

Gr. 0,2271 di sostanza dettero di CO_2 gr. 0,5400 e di H_2O gr. 0,1348 da cui si ha:

	Trovato	Calcolato per $C_{15}H_{18}O_5$
C	64,80	64,76
H	6,50	6,47

La biossisantonina presenta gli stessi caratteri di solubilità della santonina stessa, quasi insolubile in acqua fredda, poco solubile in etere, assai più in alcool, solubilissima in cloroformio. Si scioglie anche in benzolo bollente e perciò venne prescelto questo solvente per purificarla. Non si colora con potassa alcoolica ed è stabilissima al permanganato. Reagisce con la fenilidrazina e con l'idrossilammina.

Non abbiamo creduto per ora di studiare ulteriormente questo prodotto che si forma in piccola quantità, perchè nel suo comportamento e nella sua composizione è ancora molto prossimo alla santonina.

Acido chetonico $C_{10}H_{20}O_7$.

Per ottenere questo prodotto di ossidazione, dopo aver sperimentato varî ossidanti ed in diverse proporzioni, abbiamo dovuto dar la preferenza al permanganato in soluzione alcalina, come quello che più risponde allo scopo. Però anche in questo caso la prevalenza dei singoli prodotti di natura acida che si formano, dipende da varî fattori di cui bisognerà tener necessariamente calcolo. Così ad es. prevarrà il rendimento in acido chetonico se l'ossidazione si fa in presenza di molto ghiaccio, se si mantiene in continua e rapida agitazione il liquido, e se la soluzione di permanganato si fa cadere goccia a goccia in modo che questo possa reagire il meno possibile sui prodotti di ossidazione già formati. Un eccesso di alcali nuoce al buon rendimento e basta anche un contatto prolungato dell'acido chetonico con liquidi appena alcalini oppure il riscaldamento perchè esso venga senz'altro alterato.

Riguardo alla quantità di permanganato che bisogna impiegare, in seguito ad una numerosa serie di esperienze preliminari ci siamo potuti convincere che sono necessarî non meno di tre atomi di ossigeno per ogni molecola di santonina. Difatti, se si aggiunge la quantità di permanganato corrispondente a due soli atomi di ossigeno, i prodotti che si formano sono sempre gli stessi, si ottiene acido chetonico e biossisantonina, ma resta una parte di santonina inalterata. Siccome però si formano contemporaneamente, come vedremo, anche altri acidi, così la quantità che abbiamo dovuta impiegare affine di non avere sostanza inattaccata si era quella corrispondente a cinque atomi di ossigeno. Dipendendo dunque il buon rendimento della reazione dalle condizioni dell'esperienza, crediamo opportuno di descrivere minuziosamente il processo seguito.

Gr. 20 di santonina si sciolgono come nel caso precedente in 50 cc. di NaOH al 15 %, scaldanto a bagno-maria. Dopo raffreddamento, si versa il liquido in un pallone di circa due litri, nel quale vennero precedentemente introdotti gr. 500 di

ghiaccio e che si trova sospeso in un gran bagno di acqua con ghiaccio. Da un imbuto a rubinetto si fa allora cadere goccia a goccia e sempre fortemente agitando una soluzione di gr. 40 di permanganato potassico in 800 cc. di acqua distillata. Si ottiene così un liquido rosso bruno il quale contiene parte del biossido di manganese allo stato colloidale e non è stabile al permanganato. Lasciandolo in riposo per alcuni minuti, tutto il biossido si depone e se allora si filtra si ottiene un liquido giallo in cui è contenuto il sale alcalino dell'acido chetonico. Da questo liquido si mette l'acido in libertà mediante acido solforico diluito (25 %). Si satura poi con solfato ammonico, si estrae alcune volte con etere e si distilla il solvente per la più bassa temperatura possibile. Si ottiene come residuo un denso sciroppo giallognolo, il quale, anche dopo varî mesi, non accenna a cristallizzare [1]; per distillazione anche nel vuoto si decompone e perciò non ci fu possibile purificarlo. Esso presenta le seguenti reazioni:

1°. Scolora subito una goccia di permanganato.

2°. Riduce a caldo il nitrato di argento ammoniacale.

3°. Riduce a caldo il liquido di Fehling.

4°. Con l'acido di Piloty non dà la reazione delle aldeidi.

5°. Con potassa e iodio dà iodoformio.

6°. Reagisce con l'idrossilammina.

7°. Reagisce con l'idrazina, con la fenilidrazina, con la parabromofenilidrazina, con la nitrofenilidrazina per dare i corrispondenti idrazoni non molto solubili, abbastanza ben cristallizzati.

8°. Bollito con PbO_2 svolge CO_2 e dà origine ad un nuovo acido chetonico.

9°. Coi sali di piombo dà un precipitato solubile in eccesso di reattivo; non precipita coi sali di calcio e di bario.

10°. Se la sua soluzione acquosa si scalda con un po' di acido nitrico e dopo raffreddamento si aggiunge dell'acetato di soda con cloruro di calcio, si ottiene subito un precipitato di ossalato di calcio. Poco permanganato reagisce nello stesso modo.

Per stabilire la composizione di quest'acido abbiamo preferito di trasformarlo nel caratteristico fenilidrazone, poco solubile nell'acqua. La soluzione, circa 500 cc., del sale, ottenuto ossidando nel modo suesposto 10 gr. di santonina, non appena filtrata dal biossido di manganese si acidifica con acido acetico, si pone il pallone in ghiaccio e quando il liquido è ben freddo vi si aggiunge una soluzione limpida di gr. 10 di fenilidrazina, neutralizzata con acido acetico e diluita con 40-50 cc. di acqua. Si origina subito un precipitato giallo apparentemente fioccoso, ma che dopo qualche tempo assume struttura cristallina; si lascia in riposo qualche ora, poi si raccoglie su filtro, e si lava abbondantemente con acqua. Per purificare la sostanza non abbiamo potuto ricorrere ad alcun solvente, poichè il fenilidrazone o non si scioglie affatto o la sua solubilità è così grande che bastano piccole quantità di solvente per impedire la cristallizzazione, finchè si arriva ad una massa resinosa che mal si presta allo scopo. Per rimediare a questa difficoltà, la sostanza da sottoporsi all'analisi, dopo completo lavaggio, si scoglie nella minor quantità possibile di NaOH

[1] I pochi cristalli che alle volte si separano sono costituiti da biossisantonina.

al 15 %, si diluisce con un po' di acqua e si filtra. Dal liquido filtrato limpido si riprecipita il fenilidrazone mediante l'aggiunta di H_2SO_4 al 10 %. Si raccoglie sul filtro, si lava fino a completa eliminazione dei sali minerali, e si fa seccare nel vuoto sopra l'acido solforico. Le analisi furono eseguite tanto sul composto quale si ottiene direttamente, senza il trattamento con alcali, quanto sul prodotto purificato nel modo anzidetto, per cui la concordanza dei resultati ottenuti dà affidamento non solo sul grado di purezza della sostanza analizzata, ma anche sulla sua stabilità rispetto agli alcali, per cui l'acido solforico riprecipita la sostanza inalterata.

Questa nell'uno e nell'altro caso fonde verso 100° in un liquido rosso, però prima rammollisce, e, innalzando un poco la temperatura, si decompone con sviluppo gassoso (acqua ed anidride carbonica).

I dati analitici permettono di stabilire la composizione di questo fenilidrazone:

I. Gr. 0,3025 di sostanza (non purificata dagli alcali) diedero gr. 0,7271 di CO_2 e gr. 0,1848 di H_2O.

I. Gr. 0,2323 di sostanza diedero di N cc. 21,6 alla temp. di 9° ed alla pressione di 752 mm.

II. Gr. 0,1778 di sostanza (sciolta in alcali e precipitata con H_2SO_4 diedero di CO_2 gr. 0,4277 e di H_2O gr. 0,1107.

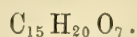
II. Gr. 0,2397 di sostanza diedero di N cc. 22,6 alla temp. di 7° e per la pressione di 760 mm.

III. Gr. 0,2679 di sostanza (sciolta in alcali e precipitata con H_2SO_4) diedero di CO_2 gr. 0,6480 e di H_2O gr. 0,1651.

III. Gr. 0,1988 di sostanza diedero di N cc. 18,8 alla temp. di 8° e 757 mm. di pressione.

	Trovato			Calcolato per
	I	II	III	$C_{15}H_{20}O_5(N_2H \cdot C_6H_5)_2$
C	65,55	65,61	65,95	65,85
H	6,78	6,91	6,85	6,50
N	11,08	11,50	11,45	11,38

Come si vede questo fenilidrazone corrisponde ad un acido della formola

$$C_{15}H_{20}O_7 .$$

Il fenilidrazone si comporta come un acido bibasico, ciò che si desume dai seguenti numeri.

Una quantità pesata di fenilidrazone si scioglie in NaOH $N/_{10}$, si diluisce con circa 100 cc. di acqua e poi si titola con H_2SO_4 $N/_{10}$ l'eccesso di soda, impiegando la fenolftaleina come indicatore.

Gr. 0,3167 di sostanza richiesero di NaOH $N/_{10}$			cc.	12,8
Calcolato per acido bibasico	"	"	"	12,8
" " " monobasico	"	"	"	6,4

Azione degli ossidanti sull'acido chetonico.

Gli ossidanti reagiscono facilmente su l'acido chetonico, e qui vogliamo sopratutto richiamare l'attenzione sui prodotti ottenuti per il trattamento di esso con biossido di piombo o con permanganato di potassio,

Azione del biossido di piombo. — In un palloncino di circa 100 cc. si mettono gr. 11 di acido chetonico ottenuto nel modo su descritto, gr. 15 di PbO_2 e cc. 10 di acido acetico o solforico al 50 %. Per leggero riscaldamento si svolge in modo tumultuoso anidride carbonica; basta difatti far gorgogliare il gas in una soluzione diluita di barite perchè si formi subito un abbondante precipitato di carbonato di bario. Non appena cessato lo sviluppo dell'acido carbonico, si fa raffreddare, si filtra ed eliminato prima il piombo con H_2S, e poi l'acido solfidrico per riscaldamento a bagno-maria, si filtra di nuovo, se occorre, si satura con solfato di ammonio e si estrae alcune volte con etere. Per evaporazione del solvente rimane un denso sciroppo colorato in giallo che non cristallizza e che manifesta ancora le proprietà di un acido chetonico. Per identificarlo si dovette preparare il fenilidrazone. A gr. 5 di questo acido sciropposo, sciolti in 50 cc. di acqua e qualche cc. di acido acetico glaciale, vengono aggiunti, dopo raffreddamento con ghiaccio, gr. 6 di fenilidrazina neutralizzati precedentemente con acido acetico e diluiti con 50 cc. di acqua.

Si forma subito a freddo un precipitato bruno chiaro che, raccolto su filtro, è lavato bene con acqua e poi fatto seccare nel vuoto sopra l'acido solforico. Anche questa sostanza non fu potuta purificare da alcun solvente; ottenuta nel modo anzidetto fonde a 114-116° decomponendosi. All'analisi si ebbero questi risultati:

Gr. 0,1928 di sostanza diedero di CO_2 gr. 0,4584 e di H_2O gr. 0,1255.
Gr. 0,2150 diedero di N cc. 21,2 per la temperatura di 14° e per la pressione di 759 mm.

	Trovato	Calcolato per $C_{14}H_{20}O_5(N_2H.C_6H_5)_2$
C	64,84	65,00
H	7,23	6,66
N	11,71	11,66

Da questi numeri si vede che siamo di nuovo in presenza di un diidrazone e che perciò l'acido è ancora dichetonico. Ora questo non si può spiegare se non ammettendo che un nuovo carbonile si sia originato da un gruppo alcoolico secondario per l'azione ossidante del PbO_2. Difatti questa nostra supposizione vien confermata dalla seguente esperienza, che può eseguirsi in identiche condizioni: un po' di alcool isopropilico fu bollito per qualche tempo con biossido di piombo in presenza di alcune goccie di acido acetico o solforico, e poi distillato; il liquido raccolto presenta le reazioni dell'acetone, cioè con soluzione acquosa di ortonitrobenzaldeide e potassa si ha formazione di indaco; trattato con alcali e nitroprussiato di sodio, per aggiunta di acido acetico si ha la nota colorazione violetta.

Azione del permanganato di potassio. — Per azione di altri ossidanti invece, l'acido chetonico fornisce con tutta facilità acido ossalico. Come già si è detto parlando delle reazioni, basta bollire la soluzione acquosa con acido nitrico ovvero anche farla digerire a freddo con permanganato di potassio, per poter constatare con cloruro di calcio la formazione di ossalato di calcio e l'esperienza ha dimostrato che per ogni molecola di santonina, passando per l'acido chetonico, si genera quantitativamente una molecola di acido ossalico.

Per evitare tutte le perdite inerenti all'estrazione dell'acido chetonico, partimmo da un peso determinato di santonina, che venne trattata con una quantità di permanganato potassico superiore a quella richiesta per avere l'acido chetonico, tenendo conto di tutte le precauzioni dianzi accennate.

Gr. 2 di santonina sciolti in cc. 6 di $NaOH$ al 15 %, si ossidano con una soluzione di gr. 9 $KMnO_4$ in cc. 150 di acqua, ed in presenza di molto ghiaccio. Si ottiene un liquido che dopo tre ore manifesta sempre la presenza di permanganato e che dopo una notte è completamente scolorato. Allora si filtra, e il biossido di manganese vien lavato con acqua bollente; il liquido, concentrato al volume totale di 100 cc., è reso acido con acido acetico e poi precipitato con cloruro di calcio. Dopo 12 ore di riposo in luogo caldo si filtra su filtro tarato e si pesa tanto l'ossalato di calcio quanto la calce caustica ottenuta per calcinazione alla soffieria in crogiuolo di platino.

Gr. 2 di santonina hanno dato di $C_2O_4Ca + 2H_2O$ (seccato a 100°) gr. 1,035 e di CaO gr. 0,402. (Il calcolato per una molecola di acido ossalico sarebbe gr. 1,374 di $C_2O_4Ca + 2H_2O$ e gr. 0,4552 di CaO).

La concordanza è buona se si pensa che è difficilissimo lavare bene il biossido di manganese che, precipitato a freddo, occupa un volume assai grande.

Affine di isolare questo acido ossalico dagli altri acidi che l'accompagnano, onde sottoporlo all'analisi, si procede nel modo seguente:

Gr. 20 di santonina, sciolti in 50 cc. di $NaOH$ al 15 %, vengono ossidati secondo le norme sopra dette, con una soluzione di gr. 90 di $KMnO_4$ in 1500 cc. di acqua. Dopo aver separato il biossido di manganese per filtrazione, al liquido si aggiunge a poco a poco una soluzione satura a freddo di acetato di piombo fino a completa precipitazione, avendo cura di far digerire a caldo su bagno maria per circa due ore. Si lascia allora raffreddare completamente e poi, raccolto su filtro il sal di piombo formato, esso vien lavato a lungo con acqua calda e da ultimo sospeso in circa 500 cc. di acqua. Con una lenta corrente di idrogeno solforato si decompone il sal di piombo e quando il liquido è ben saturo di H_2S, si filtra, si lava con acqua il precipitato e si concentra nel vuoto a piccolissimo volume. Rimane un denso sciroppo che per raffreddamento in parte cristallizza. Siccome gli acidi che accompagnano l'acido ossalico sono molto solubili in etere, così lo sciroppo si riprende scaldando con la quantità sufficiente di questo solvente, e dopo filtrazione, se occorre, viene abbandonato alla cristallizzazione. I bei cristalli deposti per raffreddamento vengono separati dall'etere, disciolti nuovamente e fatti ricristallizzare. Si ottiene così una sostanza assai pura che all'analisi mostra di contenere tre molecole di acqua di cristallizzazione per ogni due molecole di acido ossalico. Un idrato di questo tipo

non si trova descritto, per quanto a noi consta, nella letteratura. Esso fonde, ricristallizzato due volte dall'etere a 102°.

Gr. 0,2700 di sostanza dettero di CO_2 gr. 0,2029 e di H_2O gr. 0,1044.

	Trovato	Calcolato per $2C_2H_2O_4 + 3H_2O$
C	20,49	20,51
H	4,30	4,27

Presenta tutte le reazioni dell'acido ossalico.

Il denso sciroppo da cui venne separato l'acido ossalico è costituito da un miscuglio di altri acidi in cui finora rinvenimmo il formico, l'acetico e un

Acido $C_{11}H_{16}O_8$.

Allo scopo di averlo puro e con un buon rendimento si procedeva così:

Gr. 20 di santonina si sciolgono a caldo in 50 cc. di NaOH al 15 % e si versano dopo raffreddamento in un pallone della capacità di circa 3 litri che contiene 500 gr. di ghiaccio. Da un imbuto a rubinetto si fa allora cadere a poco a poco nella massa continuamente agitata, una soluzione fredda di 120 gr. di $KMnO_4$ in 2200 cc. di acqua. Nel liquido rimane eccesso di $KMnO_4$ e a temperatura ordinaria la decolorazione avviene dopo varî giorni. Se in una settimana non si scolora completamente, si versa il liquido in una capsula di porcellana e si scalda a bagnomaria. Volendo affrettare l'ossidazione, il liquido si può scaldare subito oppure anche dopo 24 ore di contatto col permanganato, ma non è da preferirsi questo metodo giacchè diminuisce il rendimento. Qualora per la completa decolorazione il riscaldamento dovesse prolungarsi per più di due ore, è conveniente aggiungere alcune goccie di bisolfito di sodio od alcool metilico. Il liquido vien filtrato bollente e poi concentrato, scaldando direttamente con una piccola fiamma fino al volume di circa 200 cc. Si aggiunge allora al liquido alcalino tanta soluzione satura di acetato di piombo fino a che si vede originare un precipitato e poi si lascia completamente raffreddare.

Dopo raffreddamento il sal di piombo è lavato con acqua calda prima per decantazione e poi su filtro in modo da avere un prodotto esente da acetati. Se si aggiunge molto reattivo allora una certa quantità del sale ottenuto è disciolto, data la forte concentrazione; in tal caso il liquido filtrato si diluisce molto con acqua, e il precipitato che si forma si lava per decantazione e si aggiunge poi per l'ulteriore lavaggio a quello di prima.

Dal sal di piombo si mette in libertà l'acido mediante acido solforico al 25 % aggiunto in lieve eccesso. Raccolto sul filtro il solfato di piombo e ben lavato con acqua, si satura il filtrato con solfato di ammonio e si estrae alcune volte con etere. Per evaporazione del solvente rimane un denso sciroppo, il quale viene neutralizzato con barite e filtrato. Riscaldando, quando il liquido è abbastanza concentrato si separa un sale che viene lavato con acqua bollente. Il sale di bario si decompone poi con H_2SO_4 al 25 %, si filtra, ed il liquido si estrae nuovamente con etere. Rimane

dall'etere un residuo da cui dopo qualche giorno si separano dei cristalli; la massa viene allora stesa su piastra porosa.

Il prodotto è purificato sciogliendolo in etere ed aggiungendo poco benzolo. Man mano che l'etere si evapora, si formano dei cristalli che aderiscono fortemente alla bevuta. Fonde con sviluppo gassoso a 165°.

Gr. 0,2083 di sostanza (seccata a 100°) hanno dato di CO_2 gr. 0,3645 e di H_2O gr. 0,1129.

	Trovato	Calcolato per $C_{11}H_{16}O_8$
C	47,72	47,83
H	6,02	5,80

Operando in questo modo si hanno grandi perdite che rendono minima la quantità di prodotto e perciò preferimmo di purificarlo utilizzando la sua grande stabilità rispetto all'acido nitrico bollente. A questo scopo la massa ben secca su H_2SO_4, si tratta con acido nitrico concentrato contenente vapori nitrosi, riscaldando in capsula a b. m., il quale si aggiunge goccia a goccia per evitare un'azione troppo tumultuosa. Quando non si sviluppano più vapori rossi, si versano ancora alcuni cc. di acido nitrico concentrato e si concentra fortemente su bagno-maria. La massa cristaliina bianchissima che si ottiene per raffreddamento, ancora umida di acido nitrico, si stende su piastra porosa. I cristalli ottenuti sono poi lasciati per alcuni giorni nel vuoto su calce caustica affine di privarli completamente delle ultime traccie di acido nitrico. Come nel caso precedente, l'acido si scioglie in pochissimo etere e poi si aggiunge tanto benzolo fino a che si nota un principio di opalescenza. Si copre allora la bevuta con un vetro da orologio e si lascia in riposo; a mano a mano che l'etere si svapora si depongono sulle pareti dei bellissimi cristalli di un acido che ha la composizione ed i caratteri del primo.

Gr. 0,3034 di sostanza (seccata a 100°) diedero di CO_2 gr. 0,5340 e di H_2O gr. 0,1638.

	Trovato	Calcolato per $C_{11}H_{16}O_8$
C	48,00	47,83
H	6,00	5,80

L'acido così ottenuto è perfettamente incoloro, solubilissimo in acqua, etere, alcool, acetone, quasi insolubile in benzolo, cloroformio ed etere di petrolio. Scaldato, fonde perdendo acqua ed anidride carbonica. È stabilissimo al permanganato: bollito anche a lungo con acido nitrico concentrato rimane inalterato; fatto bollire con acido cromico in presenza di acido solforico diluito, elimina CO_2 e si origina acido acetico ed un altro acido che descriveremo più tardi.

Se si vuol mettere in libertà l'acido dal sal di piombo mediante l'idrogeno solforato, allora il sal di piombo si sospende in circa 400 cc. di acqua e poi si satura con gas solfidrico. Eliminato per filtrazione il solfuro di piombo, il filtrato vien concentrato nel vuoto. Il denso sciroppo che rimane, vien trattato nel modo anzidetto con acido nitrico concentrato, e poi si svapora su bagno-maria fino ad avere una massa cristallina appena umida che, stesa su piastra porosa, si lascia quivi

asciugare. La sostanza bianca che rimane è privata dell'acido nitrico tenendola alcuni giorni nel vuoto su calce, e senza ulteriore purificazione fonde a 165°.

Il rendimento in acido grezzo è di circa il 50 % della santonina impiegata, ma la purificazione causa grandi perdite. Comunque ottenuto e purificato l'acido $C_{11}H_{16}O_8$ mostra di essere tetrabasico, come si può dedurre dal sale di argento che si ha precipitando con nitrato di argento la soluzione dell'acido neutralizzata con ammoniaca; raccoltolo su filtro si lava con acqua fino a completa eliminazione del nitrato e poi si asciuga su H_2SO_4.

Gr. 0,4804 di sostanza hanno dato di argento gr. 0,2907.

	Trovato	Calcolato per $C_{11}H_{12}O_8Ag_4$
Ag	60,51	61,00

Azione del calore sull'acido $C_{11}H_{16}O_8$.

Si è detto che l'acido $C_{11}H_{16}O_8$ per riscaldamento perde acqua ed anidride carbonica e si ottiene così un'anidride della composizione $C_{10}H_{14}O_5$. L'acido puro $C_{11}H_{16}O_8$ vien fuso a bagno di lega riscaldata alla temperatura di 170-180°, in una piccola bevuta, fino a completa eliminazione di CO_2. Rimane un denso sciroppo giallognolo che messo nel vuoto sopra l'acido solforico dopo qualche tempo si rapprende in cristalli. Per purificare l'anidride così ottenuta, si scioglie in xylolo bollente, si concentra alquanto e poi si lascia raffreddare. Si ottengono così dei bellissimi cristalli che vennero ridisciolti in benzolo a caldo. Fondono a 145°.

Gr. 0,2132 di sostanza (seccata a 100°) diedero CO_2 gr. 0,4368 e di H_2O gr. 0,1265.

	Trovato	Calcolato per $C_{10}H_{14}O_5$
C	55,87	56,07
H	6,59	6,54

Quest'anidride assorbe facilmente acqua e si trasforma in un acido $C_{10}H_{16}O_6$. A questo scopo una piccola quantità di anidride già analizzata si scioglie in pochissima acqua a freddo e si abbandona poi il denso sciroppo alla cristallizzazione. Dopo circa un mese incominciano a comparire i primi cristalli, dopo due mesi la massa nell'apparenza è solida, ma i cristalli si presentano sempre molli. Una certa quantità di questa massa cristallina fu tenuta nel vuoto fino a costanza di peso e poi analizzata. Non si ha un punto di fusione netto, rammolisce verso 88° e poi si fonde.

Gr. 0,1762 di sostanza dettero di CO_2 gr. 0,3328 e di H_2O gr. 0,1096.

	Trovato	Calcolato per $C_{10}H_{16}O_6$
C	51,51	51,77
H	6,91	6,90

Azione della soda caustica sull'acido $C_{10}H_{14}O_5$.

Per azione della soda a temperatura elevata si ottiene un nuovo acido che ha la stessa composizione di quello da cui si parte. A tale scopo si sciolgono in un crogiuolo di argento con pochissima acqua gr. 5 di acido $C_{10}H_{14}O_5$ e gr. 25 di NaOH,

e poi, innalzando gradatamente la temperatura, si scalda cautamente fino a fusione. Si lascia allora raffreddare, e si riprende con H_2SO_4 al 25 % e dopo aggiunta di un po' di carbone animale, si filtra, si satura con solfato ammonico e si estrae alcune volte con etere. Per evaporazione del solvente rimane un residuo che ha odore di acido butirrico ed acetico. Questo residuo si scalda con acqua su bagno-maria, riaggiungendo, man mano che si evapora, nuova acqua finchè non si avverte più l'odore degli acidi volatili. Si ottiene un denso sciroppo dal quale dopo lungo riposo si depongono dei grossi cristalli, perfettamente incolori, insolubili in benzolo, solubili in acqua, alcool, etere. Ricristallizzati due volte dall'acqua essi fondono a 127°.

Gr. 0,2948 di sostanza diedero di CO_2 gr. 0,5582 e di H_2O gr. 0,1854.

	Trovato	Calcolato per $C_{10}H_{16}O_6$
C	51,64	51,77
H	6,98	6,90

Quest'acido venne bollito a ricadere con cloruro di acetile ma, l'anidride che si forma dopo varie settimane non accennò a cristallizzare; a differenza dell'acido da cui si parte essa è solubilissima in benzolo anche a freddo.

Quest'acido non ha alcuna azione sulla luce polarizzata. Una soluzione di gr. 6,134 di acido $C_{10}H_{16}O_6$ in 100 di acqua non dava in un tubo lungo 20 cm. una deviazione apprezzabile. Un accenno di deviazione sinistrogira si nota, ma si tratta di deviazioni così piccole che nelle varie preparazioni non raggiungono neppure un mezzo grado di rotazione specifica, per cui esso può ritenersi come del tutto inattivo sulla luce polarizzata. Solamente un confronto diretto permetterà di stabilire in quale rapporto stia questo acido con l'acido α-santoronico ottenuto da Francesconi (1) dall'acido santorico.

Ossidazione con acido cromico in presenza di acido solforico.

Accenneremo ora ad alcune esperienze che abbiamo appena iniziate allo scopo di stabilire la struttura di questi acidi. Dopo varî tentativi fatti con diversi ossidanti, affine di demolire ulteriormente la molecola di questi prodotti oltremodo stabili, abbiamo dato la preferenza all'acido cromico, giacchè solo con questo mezzo finora siamo potuti pervenire a qualche risultato.

Gr. 5 dell'acido tetracarbonico $C_{11}H_{16}O_8$ si scaldano in un palloncino a bagno di lega per la temperatura di 170-180° fino a completa eliminazione di CO_2. Al residuo si aggiungono alcuni cc. di acqua, gr. 16 di H_2SO_4 diluito con 25 cc. di H_2O e poi gr. 12 di CrO_3 ed il tutto vien fatto bollire a ricadere per circa 30 ore. Mediante anidride solforosa è eliminato l'eccesso di acido cromico, si satura poscia con solfato ammonico e si estrae alcune volte con etere. Evaporato il solvente, il residuo è sciolto in acqua, ed il liquido è evaporato a secchezza; questo trattamento si ripete più volte fino a che non si avverte più alcun odore di acidi grassi. Si

(1) Francesconi, Gazz. chim. Ital., XXIX, p. II, pag. 239.

ottiene così un denso sciroppo perfettamente scolorato che dopo qualche settimana incomincia a cristallizzare. Ci siamo subito accorti che si trattava di un miscuglio, giacchè l'acido cromico oltre che reagire sulla sostanza primitiva, intacca anche i prodotti di ossidazione. Una porzione venne stesa su piastra porosa; il residuo, lavato con poca acqua, fonde verso 185° e probabilmente è *acido succinico.* L'altra porzione, venne trasformata in sale di argento e sotto questa forma purificata. Circa 3 gr. di acido furono sciolti in circa 40 cc. di acqua, indi neutralizzati con ammoniaca e precipitati con nitrato di argento. Raccolto su filtro il sale ottenuto si lavò con acqua e poi si sospese in molta acqua bollente, separando il residuo per filtrazione a caldo. Per raffreddamento in luogo oscuro si ottengono delle bellissime scagliette lucenti che, raccolte su filtro, lavate ancora un po' con acqua, si fan seccare nel vuoto sopra l'acido solforico.

Gr. 0,2084 di sale di argento diedero di CO_2 gr. 0,1395 e di H_2O gr. 0,0410.
Gr. 0,1763 di sale di argento diedero di argento metallico gr. 0,1082.

	Trovato	Calcolato per $C_8H_9O_6Ag_3$
C	18,26	18,28
H	1,71	2,20
Ag	61,37	61,71

L'acido corrispondente ha dunque la composizione $C_8H_{12}O_6$. Il sale di argento decomposto con HCl dà un acido sciropposo che dopo qualche tempo cristallizza e che fonde verso 110°. La piccola quantità di prodotto non ci ha ancora permesso di studiarlo ulteriormente. Nuove esperienze ci dimostreranno se quest'acido è identico con l'acido eptantricarbonico ottenuto da Emery [1] e da Perkin [2].

Ossidazione dell'acido $C_{10}H_{16}O_6$ (p. f. 127°). — Gr. 2,2 di acido sciolti in 30 cc. di acqua che contiene gr. 5 di H_2SO_4 concentrato e gr. 3,2 di CrO_3 furono fatti bollire per circa 15 ore. Eliminato l'eccesso di acido cromico con anidride solforosa si estrasse alcune volte con etere. Distillato il solvente, il residuo si riprende con acqua; da questa soluzione si depongono cristalli che purificati dall'acqua fondono a 127° come l'acido da cui si è partiti.

Gr. 0,1592 di sostanza dettero di CO_2 gr. 0,3025 e di H_2O gr. 0,1066.

	Trovato	Catcolato per $C_{10}H_{16}O_6$
C	51,82	51,77
H	7,43	6,90

Da questi valori si rileva che una parte dell'acido è rimasto inalterato e che perciò bisognerà insistere assai più a lungo con una soluzione concentrata di acido cromico.

Accenneremo per ultimo che partendo da un acido tetracarbonico grezzo (ottenuto dal sale di piombo per azione di H_2S e successivamente trattata una volta con HNO_3) pervenimmo ad una anidride che ha la stessa composizione di quella prima descritta $C_{10}H_{14}O_5$. È inattiva alla luce polarizzata. Purificata prima da xylolo e poi da benzolo per separarla da un prodotto oleoso, fonde nettamente a 141°.

[1] Emery, Ber. d. deutsch. Chem. Gesell., 24, pag. 284.
[2] Perkin, Journal of the Chem. Soc., 69, pag. 1510.

Gr. 0,3134 di sostanza seccata a 100° dettero di CO_2 gr. 0,6416 e di H_2O gr. 0,1943.

	Trovato	Calcolato per $C_{10}H_{14}O_5$
C	55,83	56,07
H	6,89	6,54

Bollito con acqua il prodotto puro ed analizzato fornisce un acido $C_{10}H_{16}O_6$ che tosto si rapprende in magnifici cristalli che hanno lo stesso punto di fusione 141° dell'anidride.

Gr. 0,3176 di sostanza ricristallizzata dall'acqua e seccata nel vuoto dettero di CO_2 gr. 0,6015 e di H_2O gr. 0,2035.

	Trovato	Calcolato per $C_{10}H_{16}O_6$
C	51,65	51,77
H	7,11	6,90

Le ulteriori ricerche che abbiamo in corso ci permetteranno di stabilire a qual fatto sia dovuta questa isomeria.

RELAZIONE

letta dal Socio STRÜVER, relatore, a nome anche del Corrispondente VIOLA, nella seduta del 1° dicembre 1907, sulla Memoria del prof. FEDERICO MILLOSEVICH, intitolata: *Studi sulle rocce vulcaniche di Sardegna. — I. Le rocce di Sàssari e di Porto Torres.*

L'autore, insegnante mineralogia nella R. Università di Sassari, si è proposto di contribuire allo studio delle rocce vulcaniche della Sardegna. Molto opportunamente ha incominciato dalla regione N-O dell'isola ove sono abbondanti tali rocce, mentre di esse non si hanno che cognizioni assai incomplete e sconnesse. Una breve notizia preliminare sui risultati principali ottenuti fu già inserita nei Rendiconti dell'Accademia. Ora l'autore presenta la prima parte delle sue ricerche microscopiche e chimiche sulle rocce dei dintorni di Sassari e di Porto Torres. In un primo capitolo tratta delle rocce della regione S. Anatolia, le quali sono distinte in trachiandesiti olo- o ipocristalline e vitrotrachiandesiti, delle quali ultime sono descritti anche gli inclusi e le varie alterazioni. Un secondo capitolo tratta delle rocce di Riu Mannu che si dividono in vitrotrachiandesiti e trachidaciti. Le rocce della Nurra formano l'argomento di un breve capitolo terzo, e nel quarto capitolo sono riferite le ricerche sulle rocce ad oriente di Sassari, cioè di Lagulentu, del Nuraghe de Sa Patada ove si hanno ancora trachiandesiti analoghe a quelle situate ad ovest di Sassari, e di Val Barca ove invece si ha una andesite iperstenico-augitica, la quale fu dall'autore trovata anche in ciottoli entro un conglomerato sottostante agli strati fossiliferi burdigaliani presso il Nuraghe de Sa Patada. Nel quinto ed ultimo capitolo è largamente discussa la composizione mineralogica e chimica delle rocce studiate in confronto di rocce analoghe di altre regioni vulcaniche sovra tutto italiane.

In conclusione, limitandosi al ristretto campo da lui studiato, l'autore ritiene che le rocce vulcaniche si estendono sotto tutto l'altipiano calcareo Sassarese tanto ad occidente che ad oriente della città e sono da considerarsi come preburdigaliane. La maggior parte delle rocce sono trachiandesiti che rappresentano gradi di passaggio frà i due tipi estremi. Mancano le vere trachiti, mentre si riscontrano dei tipi basici

di andesiti pirosseniche. Un altro termine di passaggio più raro ad incontrarsi è segnato dalle trachidaciti.

È accertata l'affinità di molte delle rocce descritte con altre dell'Italia Centrale, specialmente con le così dette toscaniti.

Rispetto all'età relativa delle rocce eruttive descritte si può ritenere che, nella regione studiata, le eruzioni basiche abbiano preceduto quelle acide.

Il lavoro è egregiamente condotto, e i risultati dall'autore ottenuti presentano un notevole interesse non solo per la petrografia ma anche per la geologia. La vostra Commissione quindi propone la stampa della Memoria per esteso negli Atti dell'Accademia.

Studi sulle rocce vulcaniche di Sardegna.
I. — Le rocce di Sassari e di Porto Torres

Memoria di FEDERICO MILLOSEVICH.

(con una tavola).

L'opportunità di uno studio esatto e particolareggiato delle rocce vulcaniche di Sardegna non ha bisogno di essere dimostrata. Di poche regioni dell'isola possediamo conoscenze abbastanza ampie in proposito; per la maggior parte delle altre, specialmente nella parte settentrionale, le notizie che abbiamo sono scarse, saltuarie e slegate.

Col presente lavoro, che spero potrà esser seguito da altri, io intendo di portare un piccolo contributo alla conoscenza ordinata e completa delle rocce vulcaniche della Sardegna. Esso riguarda soltanto il territorio di Sassari e Porto Torres, cioè l'estremo lembo Nord-Ovest delle estesissime formazioni vulcaniche dell'isola e quindi solo una piccolissima parte di esse, ma in compenso ho posto ogni mia cura, perchè esso riuscisse abbastanza diffuso e completo.

La descrizione delle rocce è raggruppata secondo i giacimenti più importanti: il che, se porta di conseguenza qualche inevitabile ripetizione, ha peraltro il grande vantaggio di preparare opportunamente il materiale per gli studi geologici; la discussione invece intorno alla natura mineralogica e chimica delle medesime è sinteticamente riunita in uno speciale capitolo.

I.

Le rocce della regione S. Anatolia.

In Sassari viene genericamente chiamata *pietra di S. Anatolia* la trachiandesite adoperata comunemente nei lavori di costruzione, ma essa proviene da molte diverse cave, tutte però di poca importanza, aperte in un vasto territorio ad occidente della città, dove si trova appunto la piccola chiesetta campestre di S. Anatolia. È questo un territorio formato di colline di poca altitudine (Monte Oro m. 228) che presentano il fianco orientale, quello che guarda la città, abbastanza ripido e scosceso, mentre dall'altro lato si riuniscono in una specie di altipiano calcareo, che a Settentrione declina dolcemente verso il mare, ad Occidente è tagliato dalla valle del Riu Mannu o Riu di Porto Torres, e a Mezzodì da quella del suo affluente il Riu Ma-

scari. Tale altipiano essenzialmente calcareo appartiene, come è noto, al terreno miocenico e più precisamente all'*elveziano*: alla sua base e nei suoi fianchi esso presenta frequenti affioramenti di rocce vulcaniche, che sono certamente più antiche degli strati calcarei. I due gruppi più importanti di tali affioramenti si trovano nei due versanti opposti, cioè in quello che guarda la città di Sassari e in quello corrispondente alla valle del Riu Mannu e sono per così dire congiunti da una linea ininterrotta di rocce vulcaniche, che si estende dalla regione Caniga per la regione Landriga fino al Riu Maccia d'Ogliastru ed alla sua confluenza nel Riu Mannu [1]. Designerò col nome già datogli dal Lamarmora il primo di tali gruppi, cioè il gruppo di S. Anatolia, che forma oggetto di questo capitolo: in esso comprendo le rocce delle seguenti regioni tutte contigue e finitime, procedendo dapprima da Nord verso Sud e poi verso Ovest lungo la linea di congiungimento dianzi accennata: regione Fonte Sa Figga, regione Fonte Corbu e Monte Oro, regione S. Anatolia, regione Caniga, regione Basconi, regione Landriga fino alle origini del Riu Maccia d'Ogliastru nel predio Abozzi.

Le rocce di questo territorio presentano una multiformità di apparenze esterne veramente stupefacente, tanto che il Lamarmora consigliava di incominciare di qui la visita dei terreni vulcanici della Sardegna: « c'est là le point où un géologue qui commencerait ses excursions dans l'île de Sardaigne, en partant de la ville de Sassari, devrait d'abord se rendre, pour lier connaissance avec les trachytes anciens de l'île ». (*Voyage*, 3, I, 534).

Peraltro l'esame microscopico mostra che si tratta nella maggior parte dei casi di diversi modi di struttura e di diversi stadi, di alterazione di rocce essenzialmente identiche; tanto che in tutto il territorio dianzi accennato lo studio microscopico e chimico porta alla distinzione di due soli tipi diversi distinguibili anche per la loro giacitura geologica: e cioè *trachiandesiti olo o ipocristalline* e *vitro-trachiandesiti*, quest'ultime con moltissime varietà diverse.

Le prime si presentano in colate nella parte meridionale del territorio cioè nelle regioni Caniga e Landriga, e sono da ritenersi, come si vedrà in seguito, anteriori alle seconde, che sono più diffuse e generalmente in forma di grandi dicche, che talora attraversano le prime, o di masse rupestri a fianchi scoscesi.

A) Trachiandesiti olo o ipocristalline.

(tav. fig. 3)

Sono fra le rocce del territorio di S. Anatolia le meno frequenti: i due giacimenti più importanti sono in regione Caniga, lungo la via che si diparte a destra dalla provinciale di Alghero, mezzo chilometro circa dopo la stazione di Caniga e in regione Landriga, dove appunto mena detta strada, e precisamente nel predio Abozzi, dove si origina il Riu Maccia d'Ogliastru. In ambedue i giacimenti si presentano,

[1] I nomi delle località, monti, fiumi ecc. citati nel presente lavoro sono tutti tolti dalle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare appartenenti ai fogli 179 e 180 nelle scale 1 a 50000 e 1 a 25000, quali sono in commercio.

come si disse, in forma di colate e sono attraversate e sormontate da rocce di tipo vetroso.

In regione Caniga la trachiandesite presenta una tinta grigia, in regione Landriga per maggior alterazione dei minerali ferriferi è di color rossastro cupo: è sempre assai tenace e compatta e nella massa omogenea o quasi presenta grandi e numerosi cristalli porfirici di *feldspato*, di cui i più grandi raggiungono le dimensioni di mezzo centimetro e più; più scarsi, più piccoli e poco appariscenti sono invece i cristalli porfirici di *pirosseno*. Solo al microscopio poi si riconosce la presenza di *magnetite*, di *biotite* e di *apatite*.

Il *feldspato* degli interclusi è quasi esclusivamente *calcico-sodico* ed appartiene in generale a miscele di *labradorite*, *labradorite-bitownite* e *bitownite*.

Gli interclusi più grandi sono meno basici di quelli medî e piccoli: quelli poi a struttura zonata hanno il nucleo interno più basico (bitownite), mentre la parte periferica rappresenta talvolta una miscela di labradorite all'incirca $Ab_1 An_1$. Nei cristalli piccoli e nel nucleo interno di quelli a struttura zonata il valore massimo dell'estinzione simmetrica nella zona perpendicolare a (010) raggiunge i 40° all'incirca, nei grandi e nelle parti periferiche di quelli a struttura zonata tale valore è di circa 28°. In modo corrispondente, dallo studio dei geminati doppi secondo le leggi dell'albite e di Carlsbad, si ricava nel primo caso una differenza Δ di 22°-25° e nel secondo una differenza Δ di circa 16°. I grandi cristalli feldspatici portano molti inclusi disposti generalmente in serie parallele alle tracce dei piani di geminazione: sono inclusi di sostanza vetrosa gialliccia, di augite e di magnetite.

Talora i grandi interclusi di feldspato calcico-sodico hanno esternamente un mantello irregolare di feldspato alcalino: cosa non infrequente specialmente nelle trachiandesiti, per citare soltanto le osservazioni consimili di Riva e De Lorenzo [1] e di Washington [2].

Scarsissimi sono gli interclusi di *feldspato alcalino* che si possono osservare solo in qualche sezione di questa roccia: essi sono piuttosto piccoli, presentano estinzioni da 0° a 5° e sono da ritenersi come *sanidino* forse leggermente sodico.

I cristalli porfirici di elementi colorati sono scarsi e appartengono ad augite e ad iperstene. Quelli di *augite* sono prismatici in generale più piccoli di quelli di feldspato, di color verdino pallido, con estinzione $c\hat{\mathfrak{c}} = 38°\text{-}40°$.

Quelli di *iperstene* sono sempre alterati e sembrano di due varietà diverse: una poco ferrifera con pleocroismo debole

$\mathfrak{a}$ gialliccio
$\mathfrak{b}$ gialliccio
$\mathfrak{c}$ verde pallido

che si accosta alla bronzite propriamente detta e che come questa presenta frequente la trasformazione in bastite di color giallognolo con pleocroismo appena sensibile,

[1] Vulsinite degli Astroni. G. De Lorenzo e C. Riva, *Il cratere di Astroni nei Campi Flegrei*, R. Acc. Sc. Napoli, (ser. 2ª), vol. XI, 1902.

[2] Vulsiniti di Bolsena. Washington H. S., *Italian Petrologikal Sketches 1, 2 e 5*, Journal of Geology, vol. IV e V, 1897.

con distinta fibrosità e con estinzione parallela alle fibre: l'altra con pleocroismo forte

$\mathfrak{a}$ bruno rossastro
$\mathfrak{b}$ rosso giallastro

che sembra più ferrifera e che è quasi sempre alterata in limonite.

Non mancano interclusi di *magnetite*, la quale però è più abbondante nella massa fondamentale.

La massa fondamentale è quasi olocristallina, sebbene non manchi una piccola quantità di vetro gialliccio, più abbondante talora in qualche varietà, la cui presenza tuttavia non vale a mutare l'aspetto di struttura, che si può chiamare pilotaxitica. Essa è costituita da feldspato alcalino in listerelle allungate o tozze o anche granulare e da feldspato calcico-sodico in listerelle più grandi, ma più scarse: quest'ultimo appare, per il valore degli angoli di estinzione, più acido di quello che costituisce gli interclusi. La quantità relativa di feldspato alcalino e di feldspato calcico-sodico nella massa fondamentale varia di molto anche per punti molto vicini di questa roccia: il primo peraltro prevale sempre sul secondo. L'augite è pure abbondante nella massa fondamentale e sembra della stessa natura di quella che costituisce gli interclusi. Completano detta massa pochi prismetti di un pirosseno giallognolo poco o punto pleocroico con angolo $\mathfrak{a}\,c = 6^\circ$-$7^\circ$ di tipo akmitico, piccole e scarse squamette di biotite bruna, rarissimi prismetti di apatite e molti granuli di magnetite.

Un campione di questa roccia, raccolto in regione Caniga, lungo la via che si parte a destra dalla provinciale di Alghero circa mezzo chilometro dopo la stazione di Caniga e precisamente al disotto del Casino Usai, fu sottoposto all'analisi chimica col seguente risultato [1]:

$Si\,O^2$	58,40
$Ti\,O^2$	0,41
$Al^2\,O^3$	17,94
$Fe^2\,O^3$	5,02
$Fe\,O$	1,42
$Mn\,O$	0,40
$Mg\,O$	0,95
$Ca\,O$	6,23
$Na^2\,O$	3,64
$K^2\,O$	4,68
$H^2\,O$ [2]	1,89
$P^2\,O^5$	tr.
	100,98

Questa roccia ha una composizione mineralogica e chimica intermedia fra le trachiti e le andesiti: alle trachiti l'accosta la presenza di sanidino raro in inter-

[1] Mi limito per ora a riferire semplicemente i risultati delle varie analisi riservando ad un capitolo speciale la discussione delle medesime e il confronto con altre di rocce affini.

[2] Perdita per arroventamento.

clusi, ma abbondante nella massa fondamentale, e la prevalenza della potassa sulla soda, che risulta dall'analisi, mentre la natura degli interclusi e la relativa abbondanza degli ossidi di tipo RO e specialmente della calce sono caratteri proprî delle andesiti augitico-iperstenicbe.

Perciò si può chiamare trachi-andesite: vedremo in appresso quali affinità essa presenti con qualcuna delle numerose varietà che, sopratutto in seguito ai risultati dell'analisi chimica, si sono venute, non sempre opportunamente, creando negli ultimi anni.

B) Vitrotrachiandesiti.

Il tipo predominante fra le rocce delle colline di S. Anatolia è senza alcun dubbio quello a base vetrosa. All'esame macroscopico e superficiale sembra riconoscere fra queste molte varietà essenzialmente diverse, tanto da far credere come al Lamarmora che si tratti della riunione su uno spazio relativamente piccolo di rocce di natura differente; ma un più attento esame sul terreno stesso e soprattutto il riconoscere che dette varietà si alternano, si ripetono, si penetrano, si sovrappongono fa subito accorti che si tratta in realtà soltanto di variazioni di struttura ed anche sopratutto di varî stadi di alterazione.

Nel luogo detto Fonte Corbu si riscontra un tipo vitreo perfetto di color nero lucente e di aspetto simile all'ossidiana: esso forma quivi grandi speroni quasi a picco della collina. Una colata alla base della collina nella medesima località è formata di una roccia di color nerastro compattissima a frattura concoide, di aspetto tra il vitreo e il piceo, molto ricca di interclusi feldspatici. Questa roccia pure nella stessa località passa qua e là ad assumere l'apparenza di una roccia porfirica a massa fondamentale bruno scura omogenea poco lucente, felsitica. Presso Caniga invece e in regione Landriga presso la casa Abozzi la roccia vetrosa, che forma delle dicche attraverso le trachiandesiti dianzi descritte, ha un aspetto come di un aggregato granulare di particelle nerastre, talune con perfetta lucentezza vitrea, tal'altre con lucentezza picea: anche ad occhio nudo si scorge quindi la minore omogeneità della massa fondamentale della roccia. Gli interclusi, ora più, ora meno numerosi, ma evidenti in ognuna di queste varietà, sono quelli feldspatici: quelli pirossenici sono piuttosto rari e poco appariscenti.

Al microscopio tutte queste rocce risultano sempre formate di *feldspato calcico-sodico*, di *feldspato alcalino*, di *pirosseno trimetrico* e *monoclino*, di *magnetite* e di un abbondante massa fondamentale talora schiettamente vetrosa, talora microfelsitica.

I *feldspati ca cico-sodici* costituiscono gli interclusi più abbondanti e appartengono a miscele di *andesina basica* $Ab_4 An_3$ e di *labradorite acida* $Ab_1 An_1$. Nelle rocce di Fonte Corbu abbiamo valori massimi di estinzione, nella zona normale a (010), che raggiungono i 27°-29° e un valore Δ nei geminati doppî di 18° circa; le rocce consimili di Caniga e Landriga presentano i feldspati calcico-sodici più acidi con valori massimi intorno a 20° e con valore Δ nei geminati doppî intorno a 13°. Qualche sezione all'incirca parallela a (010) nella roccia di Fonte Corbu pre-

senta un angolo di estinzione di 15°-17° rispetto alle tracce della sfaldatura secondo (001).

Il *feldspato alcalino* — *sanidino sodico* con angolo di estinzione di circa 6° in sezioni presso a poco parallele a (010) — non manca quasi mai, ma è sempre in quantità assai minore e in interclusi più piccoli.

Sono sempre presenti *iperstene* ed *augite* e sebbene la loro quantità relativa oscilli assai nei vari tipi di rocce vetrose in questione, pure si può dire che in generale prevalga il primo minerale.

Quasi esclusivamente iperstenica è la roccia che si trova a Fonte Corbu alla base della collina, al principio del viottolo che conduce a S. Anatolia: anche prevalentemente iperstenica è la roccia tipo ossidiana di Fonte Corbu che forma gli speroni rocciosi della collina. Invece le rocce di Caniga e Landriga hanno anche augite in quantità presso a poco corrispondente a quella d'iperstene.

L'*iperstene* è in cristalli prismatici piuttosto allungati con pleocroismo

$\mathfrak{a}$ quasi $= \mathfrak{b}$ gialliccio
$\mathfrak{c}$ verde pallido.

In altre varietà invece il pleocroismo è

$\mathfrak{a}$ bruno
$\mathfrak{b}$ giallastro
$\mathfrak{c}$ verdastro.

L'alterazione sempre più avanzata che non nell'augite è prevalentemente limonitica.

Non tutte le varietà hanno grandi interclusi di *augite*: questa però esiste sempre in piccoli cristalli o microliti nella massa fondamentale. Quando si trovano interclusi di augite questi hanno color verdino chiaro e angolo $c\,\mathfrak{c} = 40°$ circa.

Si notano anche cristalli di *magnetite* e lamine di *ilmenite* [1].

La massa fondamentale vetrosa (sempre abbondante rispetto agli interclusi, talora abbondantissima in modo da costituire quasi interamente la roccia) ha aspetto e caratteri diversi secondo le varie località e varia di molto anche in campioni raccolti a poca distanza l'uno dall'altro. Nella roccia schiettamente vitrea di Fonte Corbu essa è formata di un vetro brunastro poco trasparente perlitico costituito di lamelle concentriche e quindi con tendenza a sfogliarsi e con frattura concoide. In sezioni sottilissime è trasparente, in sezioni più grosse è quasi opaco: ma non uniformemente perchè presenta zone alternativamente più chiare e più scure. Evidentemente la colorazione è dovuta all'accumulo di minutissime granulazioni che si intravvedono appena con fortissimi ingrandimenti. In questo vetro mancano quasi del tutto microliti. Invece la roccia di Fonte Corbu, che si trova alla base della collina, è formata di un vetro pure giallastro poco trasparente carico di microliti di dimensioni variabili

[1] In una di queste vitrotrachiandesiti molto alterata, che si trova sui fianchi della collina detta Monte Oro sopra Fonte Corbu, ho constatato la presenza di rari cristalli di *cordierite* riconoscibili al pleocroismo $\mathfrak{b}$ violetto $\mathfrak{c}$ violetto chiaro $\mathfrak{a}$ bianco gialliccio.

talora piccolissime come vere trichiti: abbondano le microliti feldspatiche; specialmente quelle di feldspato alcalino con estinzione parallela all'allungamento e di dimensioni minori, mentre quelle di feldspato calcico-sodico sono più rare e più grandi. Si notano inoltre nella massa di questa roccia granuli di magnetite e piccoli cristallini di augite. Quivi il vetro ha caratteri di passaggio alla microfelsite e infatti si risolve distintamente con un forte ingrandimento in un aggregato di cumuliti, trichiti, squamette, occ. A pochissima distanza la struttura della roccia cambia distintamente anche per l'aspetto esterno, che, come si è detto, assume l'apparenza di una vera roccia porfirica a massa fondamentale omogenea compatta, poco lucente: al microscopio essa si rivela per una vera e propria microfelsite, essendo costituita di un vetro gialliccio poco trasparente formato di un aggregato di fibre irregolarmente radianti da vari punti: dove queste fibre accennano ad assumere una disposizione regolarmente raggiata si formano delle specie di sferoliti a croce poco perfetta e poco distinta. Chiamerei queste, seguendo Rosenbusch, *pseudosferoliti*. Quando la massa fondamentale presenta questo aspetto distintamente microfelsitico, vi si vedono frequenti litofisi con vere sferoliti quarzose, probabilmente di origine secondaria.

Ciò che fa ritenere, che le varietà di struttura sopradescritte non implichino variazione vera e propria della roccia, è non soltanto il fatto di trovarsi esse tutte a pochissima distanza l'una dall'altra nel medesimo giacimento, ma anche soprattutto il presentarsi l'una e l'altra forma di struttura riunite talora nella medesima sezione: bande di vetro vero e proprio attraversano e si intersecano con altre microfelsitiche; ovvero nella stessa sezione la base mostra zone ricche di microliti e altre poverissime o prive affatto di esse.

Nelle rocce di regione Caniga e di regione Laudriga, che ad occhio nudo presentano un aspetto come granoso, la massa fondamentale mostra un vetro poco omogeneo e come frammentario: non si può dire una vera e propria struttura eutaxitica, che avremo invece occasione di constatare altrove, specie fra le rocce del Riu Mannu; non è quindi un intreccio e un'alternanza di *Schlieren* diverse, ma come una cementazione di frammenti irregolari differenti. Tale struttura fa ritenere che si tratti di una massa vetrosa che appena consolidata o sul punto di solidificarsi sia stata spezzata dal sopravvenire di altra materia vetrosa fusa, che, a sua volta consolidandosi, abbia cementato e riunito i frammenti della primitiva. Con ciò si spiegherebbe anche il fatto, che in queste roccie parecchie volte i grandi cristalli feldspatici siano spezzati e presentino evidenti tracce di assorbimento magmatico. Si tratta in fondo anche qui dell'unione di vetro giallognolo trasparente e di microfelsite a fibre brunicce e sembra che la parte più recente e cementante sia appunto quella schiettamente vetrosa.

Nelle rocce ad abbondante base vitrea come le presenti, più ancora che in quelle olocristalline appare la necessità dell'analisi chimica per averne una compiuta conoscenza. Per quanto riguarda la costituzione chimica di queste vitrotrachiandesiti si conosce un'analisi di Délesse [1] della roccia nera di Fonte Corbu su campioni invia-

[1] Délesse A., *Sur les rétinites de la Sardaigne*, Bull. de la Soc. Geol. de France, (2ª ser.), XI, Paris, 1853-54, p, 105.

tigli da La Marmora. Délesse cercò di eseguire l'analisi della sola parte vetrosa (pate noire débarassée autant que possibile des petites lamelles de féldspath); ma evidentemente in tal modo non eliminò i cristalli di iperstene, qui, come si disse, abbastanza numerosi e con ciò si spiega la quantità maggiore di magnesia da lui ritrovata in confronto alle mie analisi su rocce consimili. Ecco i risultati di Délesse:

SiO^2	62,59
Al^2O^3	16,59
FeO	3,17
MnO	1,15
MgO	2,26
CaO	1,15
Na^2O	3,14
K^2O	6,48
H^2O [1]	3,90
	99,83

Lo stesso Délesse fa notare il suo tenore in silice minore che in altre retiniti di Sardegna da lui analizzate (Isola di S. Pietro, Porto Scuso ecc.) e invece la sua ricchezza in alcali e in allumina e la paragona alla retinite dell'isola di Arran analizzata da Thomson [2].

Data l'esistenza di questa analisi di Délesse, ho creduto opportuno di sottoporre all'analisi una varietà un po' discosta da quella di Fonte Corbu e precisamente quella che si trova in regione Caniga cioè in una località vicinissima alla trachiandesite olocristallina, di cui ho dato più sopra l'analisi, nei pressi del casino Usai, sulla via da Caniga a Landriga. In tal modo si ha la conoscenza della costituzione chimica di una vitrotrachiandesite un po' diversa da quella di Fonte Corbu. Questi sono i risultati dell'analisi:

SiO^2	63,44
TiO^2	0,75
Al^2O^3	17,03
Fe^2O^3	1,97
FeO	1,61
MnO	0,21
MgO	0,87
CaO	2,78
Na^2O	3,53
K^2O	5,31
H^2O [3]	3,31
	100,81

(1) Eau et matière organique.

(2) Outlines of mineralogy, t. I, 392.

(3) Perd. per arrov.

Le due rocce quindi non sono chimicamente molto diverse; è ovvio però osservare che le due analisi non sono perfettamente confrontabili, perchè la mia è un'analisi complessiva, mentre quella di Délesse non lo è, come si è detto innanzi. La prevalenza della potassa sulla soda e la ricchezza complessiva di alcali, che risultano da ambedue le analisi, bastano a dimostrare che la massa fondamentale vitrea di queste rocce è assolutamente trachitica.

In apposito luogo discuterò i risultati dell'analisi e farò risaltare la grande affinità di queste rocce con alcune dell'Italia Centrale, specialmente con le cosidette *Toscaniti* di Washington.

C) Rocce derivanti dall'alterazione delle vitrotrachiandesiti.

I fenomeni di alterazione in queste rocce sono molto diffusi e talora anche molto progrediti: mi affretto anzitutto a far osservare, che molti tipi, che sembrano tufacei, non sono in realtà che rocce massiccie molto alterate. Ho descritto finora le rocce relativamente o assolutamente fresche, ma non bisogna credere che esse sieno le più comuni: sono invece piuttosto rare in confronto a quelle che presentano un'alterazione più o meno avanzata.

Come è naturale in rocce ad abbondante base vetrosa il fenomeno di alterazione consiste in una più o meno progredita devitrificazione, ed è per questa ragione che le rocce con alterazione molto avanzata hanno anche l'aspetto esterno molto diverso da quello originario, ciò che serve ad accrescere l'apparente multiformità delle rocce del gruppo di S. Anatolia.

L'alterazione procede in generale in questo modo: il vetro dapprima perde della sua limpidità e trasparenza e va mano a mano caricandosi di granulazioni varie, di *ferriti* ecc., cosicchè assume una tinta giallastra o rossastra opaca; molte volte in questo stadio presenta una struttura a zone o a strie più opache e meno, ma è ancora isotropo. In seguito comincia a perdere questa isotropia e a Nicols incrociati mostra qua e là come un principio di illuminazione in zone non ben circoscritte e non ben definite: progredendo ancora la devitrificazione, la base si trasforma in una specie di aggregato criptocristallino costituito essenzialmente di feldspato allotriomorfo talora con poco quarzo, talora senza, con interposta sempre una piccola quantità di sostanza vetrosa.

Di pari passo con l'alterazione procede un cambiamento nell'aspetto esterno: il colore da nero o nerastro va diventando rossastro o giallastro o anche grigio; la lucentezza da vitrea, diventa picea e poi porcellanacea fino a scomparire del tutto; la struttura esterna da omogenea diventa granulare e perfino terrosa.

Gli interclusi si comportano in modo differente nell'alterazione: quelli feldspatici rimangono freschi o quasi; quelli di iperstene si trasformano più raramente in bastite e più spesso in limonite; quelli di augite in clorite e poi in calcite.

Il fenomeno di alterazione non si estende a tutta la massa della roccia uniformemente: chè anzi, anche nelle rocce maggiormente alterate, quelle che per l'aspetto esterno sembrano piuttosto tufi, rimangono sempre delle parti in cui si riconosce la

primitiva sostanza vetrosa. Talora tale fenomeno è così spiccato, e le zone di vetro nero inalterato sono così grandi, che ne deriva una caratteristica apparenza *pipernoide*. Sembra che alcune qualità di sostanza vetrosa e precisamente quelle trasparenti, pure omogenee, abbiano resistito al processo di alterazione, mentre altre abbiano ceduto subito ad esso; e che sia così, si può arguire dal fatto, che appunto nelle rocce, di cui ho dianzi parlato e che hanno allo stato fresco la massa fondamentale poco omogenea e formata di due sostanze distinte, in queste appunto si manifesta più spiccata la tendenza a formare prodotti di alterazione rossastri con *Schlieren* di vetro nero interposto. Tornerò più particolarmente su questi fenomeni che si presentano più caratteristici nelle rocce del Riu Mannu.

D) Inclusi nelle vitrotrachiandesiti.

Tutte le rocce vetrose di questo territorio sono ricchissime di inclusi. In qualche punto si ha quasi l'illusione di una breccia in cui la roccia funziona da cemento, ma quasi dappertutto si trovano inclusi in generale piuttosto piccoli, dalla grossezza di una noce scendendo fino a dimensioni microscopiche.

Come d'ordinario, allorchè si presenta un fenomeno siffatto, gli inclusi sono di due sorta: o di roccia diversa da quella includente, o di una roccia che ha diverse soltanto la struttura e la distribuzione dei minerali, ma che si deve ritenere come proveniente dal medesimo magma, inclusi quindi, come si suol dire con non molta proprietà, che rappresentano una *facies* abissale dello stesso magma. Inoltre bisogna tener conto degli pseudo inclusi, che non sono in fondo che segregazioni basiche o aggruppamenti speciali degli stessi minerali, che costituiscono gli interclusi.

Accenno dapprima ai veri inclusi di rocce diverse. Le rocce vetrose di Caniga e del Predio Abozzi hanno inclusi di grandezza variabile, ma generalmente piuttosto piccoli, delle trachiandesiti olocristalline, che si trovano lì presso e che ho prima descritte. Evidentemente, come appare anche dall'osservazione sul terreno, le vitrotrachiandesiti qui dovettero farsi strada nelle trachiandesiti olocristalline preesistenti e quindi portarne con sè dei frammenti. Si noti che questi sono generalmente a spigoli non troppo vivi, come se avessero subìto una parziale rifusione nella massa della roccia includente. Inoltre molti di essi subirono in seguito un'alterazione profonda, tanto da ridursi in una sostanza terrosa facilmente sgretolabile, così da poter essere estratti col dito dalla roccia includente, in cui lasciano la loro impronta. Qualche volta nella roccia si vedono i soli vani lasciati dagli inclusi. Sui caratteri di questi, quando sono freschi, non giova insistere, perchè essi corrispondono perfettamente a quelli della roccia cui furono strappati.

Lungo la viottola che va dalla chiesetta di S. Anatolia alla regione Basconi, entrando nell'oliveto per la stradella a sinistra che conduce al Casino Usai, si trova dopo pochi passi una piccola cava abbandonata, dove la roccia presenta il caratteristico aspetto pipernoide, cui sopra si è accennato, con *Schlieren* di vetro nero in mezzo alla massa rossastra granulare molto alterata. Questa roccia è assai ricca di inclusi: questi, che sono di color grigio verdastro scuro e finemente granulari, pre-

sentano al microscopio caratteri identici a quelli di una vera e propria andesite augitico-iperstenica piuttosto basica e assai diversa dalle rocce finora descritte e che troveremo in seguito fra le rocce in posto in Val Barca e fra i ciottoli del conglomerato del Nuraghe de Sa Patada. Sarà allora il caso di descriverla minutamente: mi basta per ora far notare la sua presenza fra gli abbondanti inclusi delle rocce di S. Anatolia. Procedendo più avanti per la medesima viottola fino alla cava in regione Basconi e scendendo di qui per la ripida china fino a raggiungere la via che conduce da Caniga in regione Landriga, si trovano in una roccia consimile, pure a *Schlieren* di vetro nero, inclusi perfettamente identici di andesite grigio verdastra. Farò risaltare nelle conclusioni l'importanza della presenza di tali inclusi, i quali fanno ritenere la probabile esistenza anche sotto le rocce di S. Anatolia della andesite, che troveremo in posto a grande distanza di qui dal lato opposto di Sassari in Valle Barca.

Inclusi invece che si possono ritenere come appartenenti al medesimo magma si trovano frequenti a Fonte Corbu. Quivi la roccia nera, perfettamente vitrea, porta dei frammenti in cui la massa fondamentale è ricca di microliti. Si tratta in fondo della roccia, che, come abbiamo detto, forma la base della collina e che non presenta molta differenza da quella delle rupi della medesima. Credo che tali differenze sieno imputabili alla condizione di solidificazione e di raffreddamento e ad ogni modo non è facile poter affermare, se si tratti della stessa emissione di lava o di due diverse. Se così fosse, la presenza di tali inclusi confermerebbe ciò che appare dalle condizioni di giacitura, che cioè la roccia a base microlitica dei piedi della collina, sia anteriore a quella che ne costituisce i fianchi.

Finalmente agli pseudoinclusi o segregazioni basiche sono da ascrivere certi gruppi di cristalli di plagioclasio strettamente uniti fra loro accompagnati quasi sempre anche da cristalli di pirosseno e di magnetite, che si trovano frequentemente nelle rocce descritte

II.

Le rocce della valle del Riu Mannu.

Nella parte della valle del Riu Mannu compresa nei territorî di Sassari e di Porto Torres, seguendo il corso del fiume, si cominciano ad osservare i primi affioramenti di rocce vulcaniche presso la foce del Riu Maccia d'Ogliastru, piccolo ruscello affluente di destra. Tutto il *thalweg* di quest'ultimo può dirsi formato di tali rocce. Infatti esso ha origine in regione Landriga presso il Predio Abozzi, dove, come abbiamo visto nel capitolo precedente, esso è costituito dalla trachiandesite olocristallina attraversata, appunto sotto la casa Abozzi, da una dicca di vitrotrachiandesite. Presso la foce del Riu Maccia d'Ogliastru alla base della collina a destra appare un piccolo affioramento di roccia molto alterata al disotto dei calcari miocenici. Proseguendo lungo le sponde del Riu Mannu, mentre la valle va facendosi più ristretta, questi lembi isolati si fanno più grandi e più frequenti, finchè dopo circa un chilometro e mezzo non solo il *thalweg* della valle o piccoli lembi

dei versanti laterali, ma le grandi masse rocciose ai due lati del fiume costituiscono si può dire unicamente le colline che fiancheggiano la valle. Questa regione del tutto deserta fuori di ogni via di comunicazione, e che si può considerare come posta a mezza strada fra la fermata di S. Giorgio della ferrovia di Alghero e il Ponte di Zunchini, è il punto che meglio si presta allo studio delle roccie vulcaniche nel territorio di Sassari.

Quivi esse, oltre ad avere una maggiore estensione, si presentano in un grado di freschezza molto maggiore che non nelle colline di S. Anatolia. Di questa regione non fa speciale menzione il La Marmora: forse l'essere essa fuori delle strade di comunicazione, anche di secondo ordine e di minima importanza, ha fatto sì che sfuggisse all'acuto ed esatto osservatore. Scendendo verso Ponte di Zunchini le rocce vulcaniche si perdono di nuovo sotto i calcari elveziani e compaiono solo di tratto in tratto sotto forma dl modesti affioramenti. Il più importante di questi si trova nei pressi dello stabilimento di allevamento di cavalli della Crucca e precisamente fra lo sbocco della strada che scende da S. Maria del Cardo e lo sbocco di quella che scende dal piazzale della Crucca. Anche qui le rocce vulcaniche appaiono alla base delle colline sotto le rocce calcaree. Dalla Crucca fino al mare si osservano lembi limitatissimi e una certa importanza assume soltanto il giacimento, che si trova proprio alla foce del fiume presso Porto Torres.

In tutta la valle del Riu Mannu, più che altrove, appare evidente, che l'erosione, incidendo i calcari elveziani, ha messo allo scoperto dove più, dove meno, la massa delle rocce vulcaniche sottostanti. Qui più che altrove appare evidente, che esse sono preelveziane.

Anche nel Riu Mannu predominano rocce a base vetrosa. Spesso ciò si rende manifesto a prima occhiata, perchè si tratta di rocce nere o nerastre dall'aspetto di ossidiana o di pietra picea; talora peraltro il loro aspetto esterno è litoide e porfirico e in tal caso il loro colore è rosso o rossastro e più raramente bruno giallognolo. Gli interclusi macroscopicamente appariscenti, non troppo grandi però, nè soverchiamente numerosi, sono i feldspatici. Elementi colorati ad occhio nudo non se ne vedono o meglio con qualche attenzione si scoprono soltanto nei tipi decisamente vitrofirici; essi sono al solito pirosseni. Un fenomeno frequente, che appare in modo distinto anche a colpo d'occhio, è quello dell'alternanza di *Schlieren* varie e variamente colorate: bellissimo esempio di struttura eutaxitica.

Come dissi poc'anzi è soltanto nel giacimento più esteso ed importante, quello cioè tra la fermata di S. Giorgio e il Ponte di Zunchini, che si trovano le rocce allo stato fresco; e perciò a queste, o per lo meno principalmente a queste, ho dedicato l'osservazione microscopica e l'analisi chimica, di cui dò i risultati nelle pagine che seguono.

A) Vitrotrachiandesite.

(tav. fig. 5)

Abbastanza comune è il tipo di roccia nettamente vitrofirica. All'aspetto esterno si mostra di una massa fondamentale con apparenza fra l'ossidiana e la pietra picea di color nero abbastanza ricca di inclusi, specialmente feldspatici; la massa nera è

però interrotta da *Schlieren* di color rossastro cupo di lucentezza minore e di aspetto piuttosto litoide. Al microscopio nell'abbondante sostanza vetrosa si notano interclusi di *feldspato*, di *pirosseni*, di *magnetite*.

Il *feldspato*, anche qui in assoluta maggioranza *calcico-sodico* si presenta in interclusi assai freschi di dimensioni mediocri, tendenti in genere alla forma listiforme; per i valori dell'angolo di estinzione nella zona normale a (010), che raggiungono un massimo di 30°, devono ritenersi appartenenti a miscele di *labradorite* $Ab_1 An_1$ e di *labradorite* $Ab_3 An_4$: in geminati doppi il valore Δ risulta di circa 20°.

Per il valore dell'estinzione sopra (010), che è di circa 6° e per l'apparenza ondulosa di questa estinzione, si possono ritenere come appartenenti a *feldspato alcalino* e probabilmente ad *anortoclasio* alcuni scarsi interclusi di dimensioni non troppo grandi.

Abbastanza numerosi, più che nelle rocce consimili di S. Anatolia, ma sempre in quantità subordinata a quelli feldspatici, sono gli interclusi pirossenici. Anche qui sono presenti il pirosseno trimetrico e quello monoclino quasi in eguali proporzioni.

L'*iperstene* è in cristalli piuttosto grandi, prismatici, nettamente idiomorfi, con pleocroismo poco accentuato nello schema seguente:

$\mathfrak{a}$ giallo rossiccio
$\mathfrak{b}$ giallognolo
$\mathfrak{c}$ verdino.

Sono frequentemente inclusi nell'iperstene piccoli granuli di magnetite; il suo stato è fresco e quasi non si osserva alterazione di sorta.

L'*augite*, anch'essa in netti cristalli idiomorfi di dimensioni però inferiori a quelli d'iperstene è di color verdino e presenta spesso intercalate lamelle di geminazione polisintetica secondo (100). Similmente a talune augiti di rocce trachitiche e andesitiche può presentare un debole pleocroismo

$\mathfrak{b}$ giallognolo chiaro
$\mathfrak{a} = \mathfrak{c}$ verdognolo chiaro.

Il valore dell'angolo $c\,\mathfrak{c} = 40°$ circa. Vi è qualche traccia di alterazione, specialmente in calcite.

Frequenti sono anche cristalli di *magnetite* e notansi molte volte aggruppamenti, in cui parecchi cristalli dei due pirosseni sono circondati da altri più piccoli e più numerosi di magnetite.

Nella massa fondamentale vetrosa appare distinta la struttura fluidale, ma tale struttura non è determinata dall'andamento delle microliti, che sono scarse e quasi mancano del tutto, ma bensì dall'intrecciarsi e dal mescolarsi di due qualità di vetro diverse. In altre parole si ha un esempio tipico di struttura eutaxitica. L'uno dei vetri è giallognolo o giallo bruniccio non molto trasparente con potere rifrangente maggiore, l'altro è incoloro trasparente; il primo porta rarissime microliti ed invece una gran quantità di globuliti, trichiti, ecc. senza azione alcuna sulla luce polarizzata, l'altro invece è omogeneo, ha qualche scarsa microlite e a Nicols incro-

ciati presenta talora un lievissimo accenno di devitrificazione. Il colore del primo vetro è alquanto variabile e, per l'accumulo di maggior quantità dei prodotti onde è carico intorno agli interclusi o gruppi di interclusi, presenta in questi punti una tinta più carica e più opaca. Nell'insieme si ha l'impressione di un intreccio fluidale di *Schlieren* giallognole e di *Schlieren* incolore; le prime più grandi e in maggior quantità delle seconde. Talora peraltro il vetro incoloro forma zone molto grandi, che corrispondono alle parti che all'esame esterno appaiono di color rossastro cupo. In qualche punto della massa l'andamento fluidale è bruscamente interrotto da zone in cui si presentano nel vetro delle fibre brunicce molto addossate le une alle altre con andamento parallelo, ma assai diverso da quello generale della massa. Anche tali zone fibrose non hanno azione alcuna sulla luce polarizzata: si direbbero pezzi di un'altra massa vetrosa consimile conglobati e trasportati dalla massa fondamentale. Infine notansi qua e là nella base delle plaghe, dirò così criptocristalline formate da un confuso intreccio allotriomorfo specialmente di feldspato con accenno a qualche microlite del medesimo minerale. Si direbbero inclusi, ma non hanno un contorno molto netto e preciso e sfumano, per così dire, nella massa fondamentale che li circonda: e perciò opino, che si tratti di zone speciali, dove il vetro, probabilmente quello incoloro, si è completamente devitrificato.

Delle rocce di composizione mineralogica consimile e con struttura eutaxitica perfettamente uguale sono quelle, che Rosenbusch [1] chiama *vitrophyrische Hyperstenandesite*, dei dintorni di Tokaj e di Horny Turcek in Ungheria.

Ecco il risultato dell'analisi chimica eseguita su questa trachiandesite del Riu Mannu:

$Si O^2$	64,66
$Ti O^2$	0,40
$Al^2 O^3$	16,51
$Fe O^3$, ...	1,42
Fe O	1,60
Mn O	—
Mg O	1,42
Ca O	4,55
$Na^2 O$	5,07
$K^2 O$	3,37
$H^2 O$ [2]	2,20
	101,20

B) Trachidacite.

Nella stessa località si trova un'altra roccia che per l'aspetto esterno differisce molto dalla precedente, benchè invece l'esame microscopico dimostri fra loro una

[1] *Mikr. Physiogr.*, 1896, II, 901.
[2] Perd. per arrov.

certa relazione. I rapporti di giacimento fra queste due rocce non sono molto distinti, ma sembra anzi che l'una passi per gradazione all'altra, e che lo stadio intermedio sia rappresentato da una varietà a distinta struttura eutaxitica ben evidente anche a primo sguardo e della quale ci intratterremo in seguito.

Macroscopicamente la roccia in questione è di color rosso-grigiastro piuttosto cupo, si rompe in schegge taglienti e risuona percossa. Ha l'aspetto di un porfido rossastro con massa fondamentale litoide omogenea e con piccoli interclusi feldspatici in listerelle allungate: piccole cellette sono tappezzate di microscopici cristalli di *tridimite*. I suoi componenti sono *feldspato*, *iperstene*, rara *augite*, rarissima *biotite* e *magnetite*.

Abbondano i *feldspati calcico-sodici* in piccoli numerosi interclusi listiformi: essi appartengono a miscele più acide di quelli della roccia precedente; i valori massimi dell'estinzione simmetrica che raramente raggiungono i 20° e che si ottengono in generale intorno a 15° ci mostrano che abbiamo qui un'*andesina* tipica $Ab_5 An_3$ e che solo qualche intercluso si accosta a una miscela un po' più basica. Nei geminati doppi la differenza Δ è di circa 10°.

Anche in questa roccia credo di dover attribuire a *feldspato alcalino* e probabilmente ad *anortoclasio* qualche rarissima sezione.

Degli elementi colorati si presenta il solo *iperstene*, in quantità scarsa del resto, l'augite e la biotite essendo assolutamente accessorie. L'iperstene, come si è già osservato in talune rocce di S. Anatolia, per il debole pleocroismo e per la sua tendenza ad alterarsi in bastite, deve ritenersi come varietà poco ferrifera, che si accosta alla bronzite.

L'*augite* rarissima ha i consueti caratteri, così pure la poca *biotite* bruna e la *magnetite* piuttosto scarsa anch'essa.

La massa fondamentale appare nella sua quasi totalità costituita da un aggregato criptocristallino, quale è quello che costituisce la massa fondamentale di molti porfidi. Tale aggregato allotriomorfo sembra costituito principalmente di feldspato con poco quarzo e scarse microliti pure feldspatiche, il tutto immerso in una base vetrosa incolora. I granuli feldspatici sembrano sfumare senza netta transizione nella massa vetrosa ed è da ritenere che un siffatto aggregato rappresenti il risultato della parziale devitrificazione di un primitivo vetro.

Credo opportuno di far rilevare, che in questa roccia come in altre consimili, in cui si riscontra una massa fondamentale formata dalla devitrificazione di un vetro, è ben difficile dire, se questo fenomeno sia dovuto ad alterazione per opera degli agenti atmosferici, o se invece non si sia prodotto all'atto stesso della solidificazione della roccia: per qualche varietà del Riu Mannu che, come questa, si presenta in uno stato di freschezza quasi assoluta, sembrerebbe di poterci attenere alla seconda ipotesi, mentre per altre di S. Anatolia è ben certo che, se non in tutto, almeno in parte l'alterazione della base è dovuta agli agenti atmosferici.

Per completare la descrizione della massa fondamentale di questa trachidacite dirò che essa è tutta attraversata da zone ondulate e allungate, vere *Schlieren* di un vetro giallognolo carico di prodotti diversi poco trasparente di potere rifrangente maggiore, in tutto simile cioè a quello che si è visto costituire gran parte della roccia vitrea precedentemente descritta.

La costituzione chimica della roccia è la seguente:

SiO_2	68,03
TiO_2	0,43
Al_2O_3	14,18
Fe_2O_3	3,14
FeO	0,89
MnO	0,31
MgO	0,64
CaO	3,12
Na_2O	4,71
K_2O	3,90
H_2O (¹)	1,81
	101,16

Benchè manchi il quarzo fra gli interclusi, ho creduto di poter chiamare trachidacite questa roccia, perchè la sua massa fondamentale ne contiene ed ha un'acidità superiore a quella delle trachiti e delle andesiti. Come è noto vi è un gruppo di trachiti che ha la tendenza, arricchendosi di ossidi di tipo RO, ad arricchirsi contemporaneamente di SiO_2 ed a passare quindi, più che alle andesiti alle daciti propriamente dette: una di tali rocce di passaggio mi sembra poter essere la presente. In un seguente capitolo vedremo come la sua costituzione chimica corrisponda a quella di molte daciti.

C) Rocce a struttura eutaxitica.

(tav. fig. 1 e 4)

Ho già detto che le due rocce precedentemente descritte passano sul terreno l'una all'altra per mezzo di varietà costituite da *Schlieren* di color giallo cupo o rossastro o anche nerastro alternate con altre più chiare. Se si esaminano al microscopio tali varietà, si vede che, mentre per la natura degli interclusi somigliano perfettamente alla trachidacite, la loro massa fondamentale invece è costituita in parte come quella della trachidacite, in parte come quella della vitrotrachiandesite. Le *Schlieren* di vetro incoloro o meglio di aggregato criptocristallino in una base vetrosa, si intrecciano e si alternano con quelle di vetro giallognolo in modo così poco regolare che nella stessa sezione ora appaiono prevalenti le une, ora le altre.

È noto che in certi casi le differenze presentate dalle diverse parti di una roccia eutaxitica si limitano a differenze strutturali e non magmatiche e che in altri casi invece si hanno anche differenze di composizione. Reiss (²), come è noto, chiamava questa seconda specie di eutaxite *Agglomeratlaven*. Loewinson-Lessing (³) in questi

(¹) Perd. per arrov.

(²) K. von Fritsch und W. Reiss, *Geologische Beschreibung der Insel Tenerife*, Winterthur, 1868.

(³) Loewinson-Lessing F., *Studien über die Eruptivgesteine*. Compte rendu du Congrès géologique international, St Pétersbourg, 1897.

ultimi tempi ha dato una maggiore importanza al fenomeno di rocce formate da due materiali diversi, da lui chiamate *Taxiti* o *Lave bisomatiche* e alle quali assegna un posto importantissimo nella classificazione da lui proposta. Sono noti tutti gli studii e tutte le opinioni espresse intorno al *Piperno*, che è, se non la più tipica, la prima conosciuta di tali rocce. A me pare che la prima e più importante questione da risolvere nello studio di siffatte rocce, è di vedere se si tratti di pure differenze strutturali o di differenziazioni diverse del medesimo magma, o di due magmi diversi. Il solo esame microscopico non può in moltissimi casi risolvere completamente il problema e allora l'analisi chimica, associata ad esso, può talvolta riuscirvi in modo diretto o in modo indiretto.

Nel nostro caso si è visto che la massa fondamentale della roccia eutaxitica risulta da *Schlieren* di vetro giallognolo e da *Schlieren* di vetro incoloro o meglio del prodotto di devitrificazione di un tal vetro. Si è visto poi che, da un lato si hanno rocce, che ho chiamato vitrotrachiandesiti, la cui massa fondamentale è costituita in quantità preponderante dal vetro giallognolo, mentre dall'altro lato si hanno quelle che ho chiamato trachidaciti, la cui massa fondamentale è costituita in modo preponderante dall'altro vetro. Se si avessero i due tipi estremi, cioè uno costituito unicamente di un vetro, l'altro unicamente dell'altro, è chiaro che l'analisi chimica e microscopica di ambedue basterebbe a farci concludere circa la loro eguaglianza o meno e ad illuminarci anche sulla vera natura delle rocce eutaxitiche, che risultano dalla riunione dei due. Ma purtroppo. come si è visto, mentre si hanno tutti i gradi di passaggio fra l'uno e l'altro, questi tipi estremi ideali non si riscontrano e ciascuna delle rocce, che più vi si avvicinano, ha sempre nella sua massa fondamentale un po' della massa fondamentale dell'altra. Tuttavia il confronto fra costituzione mineralogica e chimica di ciascuna di esse può giovare alla conoscenza della roccia eutaxitica derivante.

Le descrizioni che precedono fanno già rilevare una notevole differenza fra le due rocce per quel che riguarda la natura e la quantità degli interclusi. Nella vitrotrachiandesite i feldspati calcico-sodici sono più basici e in cristalli più grandi che che non nella trachidacite. Abbiamo veduto la maggior abbondanza nella prima di elementi colorati (iperstene e augite), mentre nella seconda questi elementi si riducono quasi al solo scarso iperstene, e anche quest'ultimo ha caratteri diversi che non nella prima e quindi forse costituzione un poco diversa. Nelle rocce eutaxitiche gli interclusi sono per quantità e per qualità corrispondenti perfettamente a quelli della trachidacite. Quindi è certo che la vitrotrachiandesite entra nella composizione delle rocce eutaxitiche solo con la sua massa fondamentale e non con i suoi interclusi. Dai risultati poi delle analisi chimiche sopra riportate, si osserva, che la trachidacite ha più silice e meno allumina che la vitrotrachiandesite, e che invece in quest'ultima sono in maggior quantità la calce e la magnesia. Tali differenze corrispondono ai risultati dell'esame microscopico, che ha dimostrato la presenza nella seconda roccia di plagioclasi più basici e di maggior quantità di elementi colorati; e quindi se ne potrebbe trarre la conseguenza che le diversità fra le due rocce sieno essenzialmente dovute alla qualità e alla quantità degli interclusi. È certo che, anche senza voler affermare in modo assoluto che le masse fondamentali delle due rocce,

masse che si trovano riunite nelle rocce eutaxitiche, sieno di composizione chimica identica, pur tuttavia l'analisi chimica, posta in relazione con i risultati dello studio microscopico, non permette di rinvenirvi essenziali differenze sotto questo riguardo. Perciò le sole differenze importanti sarebbero quelle strutturali.

Resta sempre il fatto molto interessante, che dallo stesso magma si siano prodotti in diverse parti minerali intratellurici diversi: è probabile, vista anche la disposizione dei vari tipi di rocce sul terreno, che nelle parti più profonde sia accaduta la formazione degli elementi intratellurici più numerosi e più basici e che intorno a questi la massa fondamentale si sia preferibilmente consolidata sotto forma del vetro giallognolo della trachiandesite, forse anch'esso un po' più basico di quello che costituisce la trachidacite.

III.

Le rocce della Nurra.

Ad Ovest e a Sud-Ovest di Porto Torres le roccce vulcaniche si estendono per un certo tratto dalla foce del Riu Mannu verso la regione denominata la Nurra. Quivi non sono più ricoperte dai calcari miocenici, ma bensì dai depositi del quaternario, che formano la pianura che si estende fra Porto Torres e le pendici di Monte Alvaro. A pochissima profondità sotto questi depositi si trova la roccia vulcanica che viene in parte scavata ed utilizzata per i lavori del porto. Seguendo la via che attraversa la penisola della Nurra per giungere alla Miniera dell'Argentera, dopo circa 4 km., si trova emergente dalle sabbie quaternarie una formazione piuttosto estesa di rocce vulcaniche, che si attraversa con la strada per più di un chilometro, finchè dall'altro lato si vedono queste rocce venire a contatto con i calcari secondari di Monte Alvaro e di Monte Rose.

Fra le rocce, che sono molto alterate, si nota un tipo distintamente vitreo di color nero o nerastro con aspetto tra l'ossidiana e la pietra picea scarsissimo di interclusi. Al microscopio, in un vetro giallognolo poco omogeneo, mostra scarsi e piccoli interclusi di *feldspato calcico-sodico* (*labradorite*) e più scarsi ancora di *pirosseno*, generalmente *augite* con angolo c c = 38°-40°.

Più che il tipo decisamente vetroso si trova anche qui frequente una roccia di color rossasto cupo di aspetto porfirico felsitico, che però al microscopio mostra una base vetrosa più o meno devitrificata e trasformata in un aggregato allotriomorfo prevalentemente feldspatico. Per la natura degli interclusi somiglia alla precedente.

Questa roccia, almeno superficialmente, presenta una caratteristica divisione in lastre o piastrelle di non grande spessore.

Non essendovi in questo giacimento rocce abbastanza fresche, non ho creduto opportuno farne analisi chimica e studio microscopico più profondo: le grandi analogie che mostrano con quelle di altre località già descritte e sopratutto l'abbondanza di una base vetrosa consimile permette di classificarle come trachiandesiti.

IV.

Le rocce di Logulentu, del Nuraghe de Sa Patada e di Val Barca.

Anche ad oriente di Sassari, in un territorio che appartiene in parte anche ai comuni di Sennori e di Osilo, compaiono le rocce vulcaniche. Queste si trovano non solamente alla base dei sedimenti miocenici dell'Elveziano nelle profonde valli, che l'erosione ha inciso nell' altipiano calcareo, ma raggiungono anche una maggiore elevazione formando la collina sulla quale si eleva il Nuraghe de Sa Patada a 469 metri di altitudine.

Le rocce del Nuraghe de Sa Patada, di Taniga e di Logulentu, benchè con qualche differenza, hanno molta relazione con le trachiandesiti del territorio ad occidente di Sassari fin quì descritte, mentre la roccia di Val Barca se ne distacca completamente. Le prime sono rocce porfiriche di color rossastro, mentre quest' ultima ha color verde nerastro e struttura quasi doleritica. Presso il Nuraghe de Sa Patada alla base degli strati calcarei-arenacei miocenici, ricchissimi qui di fossili e specialmente di grandi Clypeaster, si trova un conglomerato con abbondanti ciottoli di una roccia che all'aspetto esterno e, come vedremo, anche per i caratteri microscopici, è identica a quella di Val Barca.

A) Trachiandesite

(Nuraghe de Sa Patada).

Al Nuraghe de Sa Patada la collina trachitica emerge dalle rocce sedimentarie, che la circondano da tutti i lati. All'aspetto esterno somiglia ad una roccia porfirica, ad una specie di felsofiro di color rosso-giallastro con pochi e piccoli interclusi feldspatici. La sua composizione mineralogica è, come le altre rocce di questa regione, abbastanza semplice, perchè contiene feldspati, pirosseni, biotite e magnetite. Caratteristica però è la massima prevalenza del materiale feldspatico in guisa tale che tutti gli altri elementi, compresi i pirosseni, sono da considerarsi accessorii.

Gli interclusi più frequenti, del resto sempre assai scarsi rispetto alla massa fondamentale, sono di *feldspato calcico-sodico* e appartengono a miscele corrispondenti all'*andesina acida* e in parte all'*andesina-labradorite.* Sembra infatti che si possano distinguere, per i caratteri ottici, degli interclusi più piccoli e con un minor grado di idiomorfismo con un valore massimo di estinzione simmetrica intorno a 12° da considerarsi come andesina acida o anche come andesina oligoclasio ed altri più grandi e più rari in cui detto valore si aggira sui 22°-23° e che devono quindi ritenersi come andesina-labradorite.

Anche più rari sono gli interclusi di *feldspato alcalino* (*sanidino*).

Gli elementi colorati scarsissimi e in istato di avanzata alterazione si riducono a residui di interclusi di *augite*, trasformata generalmente in *clorite*, e a cristalli di *iperstene* ridotti in brandelli e in gran parte bastitificati.

La *magnetite* è relativamente abbondante, la *biotite* bruna in rarissime squamette.

La massa fondamentale è un aggregato allotriomorfo in cui prevale il feldspato con grande probabilità alcalino, e che sembra il prodotto di alterazione di una sostanza vitrea o microfelsitica. Non ha alcuna colorazione sensibile, ma è chiazzata in giallo-rossastro da ossidi di ferro. Anche qui si presenta la questione difficilmente solubile di stabilire, se lo stato in cui si presenta attualmente questa massa fondamentale sia dovuto alla lenta azione atmosferica o ad una devitrificazione contemporanea o di poco posteriore alla solidificazione del magma. Per la grande uniformità di questa struttura in tutti i punti della roccia si potrebbe propendere per la seconda ipotesi; d'altra parte però bisogna tener conto dello stato di alterazione del poco elemento colorato.

È interessante far notare la grande simiglianza che ha questa roccia con un cheratofiro per l'aspetto della massa fondamentale e per la scarsezza e la picciolezza degli interclusi in genere e di quelli ferro-magnesiaci in ispecie.

La costituzione chimica della roccia, che anche per questo si distacca alquanto dalle altre trachiandesiti di S. Anatolia e del Riu Mannu, è la seguente:

SiO^2	62,28
TiO^2	0,31
Al^2O^3	20,30
Fe^2O^3	2,34
FeO	0,88
MnO	0,21
MgO	0,35
CaO	1,95
Na^2O	4,29
K^2O	4,95
H^2O	1,77
	99,63

È da notarsi l'estrema povertà di questa roccia in ossidi di tipo RO e la ricchezza in allumina e in alcali: chimicamente appartiene alle trachiti alcaline tipiche e non ha affatto i caratteri dell'andesite; tuttavia ho conservato ad essa il nome di trachiandesite per la presenza degli interclusi di plagioclasio prevalenti, ma mi preme di far notare, che si differenzia assai dalle altre roccie che ho denominato con lo stesso nome.

Se in ulteriori studii sulle rocce Sarde troverò di nuovo questo tipo, allora credo sarà opportuno di vedere un po' più a fondo quale posto spetti ad esso nella classificazione.

B) Andesite iperstenico-augitica.
(Val Barca) (tav. fig. 1)

La roccia di Val Barca si differenzia subito dalle altre tutte del territorio di Sassari e somiglia invece molto a quelle di Osilo e di molti luoghi dell'Anglona, che mi riservo di descrivere in ulteriore pubblicazione.

Scendendo lungo la Val Barca, poco prima del suo sbocco in Valle Logulentu sul versante a sinistra si vede un considerevole affioramento di tale roccia spuntare sotto gli strati calcarei dell'altipiano: colpisce subito il suo aspetto un po' doleritico e il suo colore verdastro scuro tanto diverso da quello delle altre rocce vulcaniche del Sassarese. Anche microscopicamente vi si distinguono grossi cristalli di pirosseni e meno distintamente quelli feldspatici.

Al microscopio mostra interclusi di *feldspato* unicamente *calcico-sodico*, di *iperstene*, di *augite*, di *magnetite* in una massa fondamentale relativamente scarsa.

Gli interclusi di *feldspato calcico-sodico* sono molto abbondanti e freschi, poveri di inclusioni, a struttura zonale non molto pronunciata: i valori dell'estinzione simmetrica nella zona normale a (010) arrivano ai 38°-40° e le differenze Δ nei geminati doppi a 20°-22°. In buone sezioni secondo (010) l'estinzione riferita alle tracce della sfaldatura basale è di 30° circa. Questi dati corrispondono alla *labradorite* $Ab_3\,An_4$ o alla *labradorite-bitownite*. Si possono distinguere fra gli interclusi di feldspato calcico-sodico quelli più grandi listiformi con molte inclusioni e quelli più piccoli, che non hanno una dimensione prevalente sulle altre: i primi sembrano un po' più basici dei secondi.

Gli interclusi di *pirosseni* trimetrico e monoclino sono piuttosto frequenti: non si può affermare con precisione che prevalga l'uno o l'altro dei due, perchè in campioni raccolti a poca distanza la quantità relativa dei due minerali varia abbastanza: in media si può ritenere che sieno quasi in ugual quantità. L'*iperstene* è in cristalli prismatici allungati secondo l'asse verticale, con distinta sfaldatura prismatica, talora molto grandi, ma più spesso di dimensioni mediocri a birifrazione debole e pleocroismo anche debole

$$\mathfrak{a} \text{ quasi} = \mathfrak{b} \text{ gialliccio}$$
$$\mathfrak{c} \text{ verdino chiaro.}$$

Son rari però i cristalli in cui si possono verificare tali caratteri. perchè quasi tutti presentano un avanzato grado di alterazione in limonite. Invece l'*augite* è più fresca e mostra interclusi, talora assai grandi, molto spesso geminati anche polisintetici secondo (100). Il colore è verdino chiaro, senza che si verifichi pleocroismo distinto. Per l'angolo di estinzione $\mathfrak{c}\,c$ si possono distinguere due varietà diverse: una vera augite in cui quest'angolo è di 40° circa e una varietà diopsidica in cui quest'angolo è di circa 15°.

La massa fondamentale, come dissi, è scarsa, perchè gli interclusi sono molto abbondanti: essa risulta di poca base vetrosa che porta granuli allotriomorfi e anche piccoli individui idiomorfi di feldspato calcico-sodico e scarse microliti del medesimo

minerale. In altre varietà della medesima roccia invece questa base è distintamente e nettamente microlitica a struttura ialopilitica.

La costituzione chimica della roccia risulta dalla seguente analisi:

SiO^2	53,33
TiO^2	0,47
Al^2O^3	21,21
Fe^2O^3	1,67
FeO	3,25
MnO	1,29
MgO	2,60
CaO	10,04
Na^2O	3,22
K^2O	2,25
H^2O (1)	0,90
	100,23

Vedremo in seguito come, per i caratteri chimici, la roccia vada considerata come un termine piuttosto basico delle andesiti.

C) Andesite iperstenico-augitica

(Conglomerato presso il Nuraghe de Sa Patada).

I ciottoli che costituiscono il conglomerato già citato appartengono ad una roccia uguale a quella di Val Barca: in una massa fondamentale piuttosto scarsa a struttura ialopilitica vi sono abbondantissimi cristalli di *labradorite basica* e di *labradorite-bitownite*, di *iperstene* e di *augite*. L'iperstene è in cristalli più grandi e più freschi che nella roccia di Val Barca con gli stessi caratteri di pleocroismo e generalmente non alterati: l'augite anche qui è di due tipi, uno con angolo di estinzione su (010) maggiore (augite vera) e l'altra con angolo minore (augite diopsidica).

La massa fondamentale ha struttura ialopilitica più distinta per il maggior numero di microliti feldspatiche.

Già il La Marmora (2) aveva notato ai suoi tempi l'importanza della presenza nei ciottoli di questo conglomerato di una roccia simile a quella dei monti di Osilo da lui ed anche da autori recenti (3) ritenuta postmiocenica e non si nascose che la presenza di tali ciottoli poteva costituire un argomento contrario a tale sua opinione. In realtà la roccia d'Osilo, che ho già avuto campo di studiare, è anch'essa una andesite iperstenico-augitica basica ed ha una rassomiglianza grandissima con quella di questi ciottoli e con quella di Val Barca. Il La Marmora evidentemente non

(1) Perd. per arrov.

(2) *Voyage*, ecc... III^e^ partie, t. I, pp. 314-316.

(3) Déprat J., *Sur les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona* (*Sardaigne*). Paris, Compt. rend. Ac. sc., janvier 1906; Déprat J., *Les éruptions post-helvétiennes antérieures aux volcans récents dans le nord-ouest de la Sardaigne.* Ibidem, juin 1907.

conosceva il piccolo affioramento di Val Barca, da me osservato per primo, e in cui una roccia, che ha grandi analogie con quella di Osilo, si dimostra evidentemente anteriore all'elveziano; perchè certamente all'acuto osservatore non sarebbe sfuggito un fatto così importante e che poteva essere un altro argomento contro la già citata sua opinione. Non è mio compito in questo lavoro lo studio delle rocce d'Osilo e della loro età e basti per ora aver accennato alla loro analogia con quella di Val Barca e del conglomerato del Nuraghe de Sa Patada.

Ricordo qui che ho menzionato a suo tempo inclusi di una roccia perfettamente simile all'andesite di Val Barca nelle vitrotrachiandesiti di S. Anatolia. L'importanza di questo fatto è assai grande, perchè le due località distano in linea retta circa 9 km. e perchè si può inferirne la presenza sotto le trachiandesiti di S. Anatolia di rocce assai più basiche, come l'andesite di Val Barca.

È questo un dato importante per stabilire, che queste andesiti hanno maggior estensione di quel che non appaia superficialmente e sopratutto per poter incominciare a fissare i capisaldi per la cronologia di queste eruzioni.

V.

Discussione generale intorno alla natura delle rocce descritte.

Dalle descrizioni particolareggiate precedentemente esposte appare anzitutto l'uniformità mineralogica delle rocce del vasto territorio del cui studio ci siamo occupati. Fatta eccezione della andesite di Val Barca, tutte le altre sono rocce composte sempre o quasi sempre di feldspato calcico-sodico, di feldspato alcalino, di iperstene (talora accostantesi alla bronzite), di augite (talora di tipo diopsidico) e di magnetite. Altri materiali come cordierite, mica (biotite), apatite, akmite, sono o assolutamente accessori o accidentali. Fra gli interclusi predominano sempre i feldspati calcico-sodici talora più acidi o più basici, ma in generale intorno alla labradorite, mentre nella massa fondamentale prevale o il feldspato alcalino o una base vetrosa. Peraltro la diversa quantità relativa di questi pochi elementi mineralogici nelle diverse rocce ne diminuisce un poco l'uniformità, e più ancora concorre a creare varietà diverse la variabilissima struttura.

Il solo esame microscopico non sarebbe bastato peraltro a poter definire sicuramente queste rocce come trachiandesiti, perchè in moltissime di esse, e sono appunto quelle che più si accostano per la costituzione chimica alle trachiti, vi è abbondante e talora abbondantissima base vetrosa. È appunto l'analisi chimica che rivela sempre la presenza di una notevole quantità di potassa, in molti casi anzi prevalente sulla soda, quantità che non è certo dovuta agli scarsi e talora mancanti interclusi di sanidino, ma che è invece costituente essenziale del vetro, che è un pretto vetro trachitico, cioè piuttosto acido alluminico potassico.

L'analisi citata del Délesse sulla roccia di Fonte Corbu privata dei suoi interclusi feldspatici, che, se anche non esprime in modo esatto per le ragioni già dette,

la costituzione della sola base vetrosa della roccia, pur vi si accosta di molto, basta a farcene persuasi. Questa base vetrosa si può dire costituita in gran parte degli elementi dell'ortoclasio e corrisponde quindi alla massa fondamentale delle trachiandesiti che ho chiamato olo o ipocristalline, che ha struttura trachitica e in cui le microliti sono in prevalenza di feldspato alcalino. Inoltre abbiamo già visto in molti luoghi, che la devitrificazione di una tal base porta alla formazione abbondante di feldspato in gran parte alcalino.

L'analisi chimica complessiva mostra in tutte queste rocce da me denominate trachiandesiti acidità abbastanza elevata, superiore a quella delle andesiti, scarsezza relativa di ossidi di tipo RO, che sono in quantità assai inferiori a quella media nelle andesiti, ricchezza relativa di alcali, più che nelle andesiti vere, e sopratutto la potassa prevalente molte volte sulla soda e, quando non prevalente, mai in quantità di troppo inferiore: caratteri tutti questi che fanno avvicinare la roccia alle vere trachiti.

Ma d'altra parte è notevole il fatto che gli interclusi feldspatici sono sempre in assoluta maggioranza calcico-sodici e in taluni casi di miscele alquanto basiche e questo fatto è così generale e costante da assumere grande importanza e da imprimere quindi un carattere, che collega queste rocce con le andesiti.

Sono insomma rocce di passaggio e, come tali, mostrano molte gradazioni dall'una all'altra e verso l'uno o l'altro dei tipi estremi.

Per i risultati dello studio microscopico e chimico bisogna distinguere in queste trachiandesiti sarde tre varietà diverse alcune delle quali hanno analogie più o meno strette con tipi già noti: queste tre varietà sono rappresentate dalle vitrotrachiandesiti di S. Anatolia e del Riu Mannu, dalle trachiandesiti olo o ipocristalline di S. Anatolia, dalla trachiandesite del Nuraghe de Sa Patada.

Le vitrotrachiandesiti, come già si disse, hanno parentela stretta con le Toscaniti di Washington [1] e specialmente con le Toscaniti dei Monti di Tolfa e di Cervetri e di Monte Calvario (Bracciano). Mineralogicamente sono costituite dagli stessi minerali essenziali: soltanto il sanidino in quest'ultime è in maggior quantità che nelle mie rocce. Anche la massa fondamentale delle toscaniti è vitrea. Per quel che riguarda la costituzione chimica riporto qui le mie analisi e quelle di Délesse con accanto quelle di Washington sulle rocce di Tolfa e di Monte Calvario, e, per meglio porle in confronto, calcolo delle une e delle altre le formole magmatiche secondo Loewinson-Lessing [2], che più delle altre proposte esprimono, secondo me, le caratteristiche chimiche più importanti di ciascuna roccia. Per le rocce da me analizzate dò anche le formole secondo Osann [3] usate da molti.

Nella tabella I sono riportati i risultati delle analisi; nella tabella II le colonne *a* portano le analisi ridotte a 100, dedottane l'acqua e calcolate rispettivamente come $Si O^2$ e $Fe O$ le quantità trovate di $Ti O^2$ e di $Mn O$; le colonne *b* portano i rapporti molecolari dedotti dai valori delle colonne *a*; e le colonne *c* portano

(1) Loc. cit., vedi anche Riva C., *Osservazioni sulle trachiti andesitiche della Tolfa,* Atti soc. ital. sc. nat., Milano, XXXVII, 1898.

(2) Loc. cit.

(3) Osann A, *Versuch einer chemischen classification der Eruptivgesteine.* Tsch. Min. Petr. Mitth., XXX e XX, 1901 e 1902.

gli stessi rapporti ridotti a 100. Le formole di Loewinson-Lessing sono ricavate dai valori delle colonne *b*, quelle di Osann da quelli delle colonne *c* e per tale ragione in quest'ultime, come prescrive Osann, tutto il ferro è calcolato come Fe O. Nella tabella III seguono le formole di Osann e nella tabella IV finalmente sono poste in confronto le formole magmatiche di Loewinson-Lessing ricavate dalle mie analisi con quelle ricavate da due analisi di Washington.

Vitrotrachiandesiti (*Toscaniti*).

I.

	RIU MANNU (MILLOSEVICH)	CANIGA S. ANATOLIA (MILLOSEVICH)	FONTE CORBU S. ANATOLIA (DELESSE)	ROCCA DI TOLFA (WASHINGTON)	M.te CALVARIO BRACCIANO (WASHINGTON)
SiO^2	64,66	63,44	62,59	65,19	64,04
TiO^2	0,40	0,75	—	—	0,28
Al^2O^3	16,51	17,03	16,59	16,04	14,48
Fe^2O^3	1,42	1,97	—	1,16	1,73
Fe O	1,60	1,61	3,17	2,48	4,35
Mn O	—	0,21	0,55	—	—
Mg O	1,42	0,87	2,26	0,99	1,03
Ca O	4,55	2,78	1,15	2,92	4,00
Na^2O	5,07	3,53	3,14	2,26	4,14
K^2O	3,37	5,31	6,48	6,11	3,65
H^2O	2,20	3,31	3,90	1,85	2,06
	101,20	100,81	99,83	99,00	99,76

II.

	RIU MANNU			CANIGA			FONTE CORBU		
	a	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
SiO^2	65,68	109,47	71,7	65,77	109,62	73,3	65,25	108,75	71,8
Al^2O^3	16,69	16,36	10,7	17,50	17,16	11,5	17,29	16,95	11,2
Fe^2O^3	1,43	0,89	—	2 02	1,26	—	—	—	—
Fe O	1,62	2,25	2,0	1,87	2,60	2,5	3,88	5,38	3,5
Mg O	1,44	3,60	2,4	0,89	2,22	1,5	2,36	5,90	3,9
Ca O	4,60	8,21	5,4	2,86	5,11	3,4	1,20	2,14	1,4
Na^2O	5,13	8,27	5,4	3,63	5,85	3,9	3,27	5,27	3,5
K^2O	3,41	3,63	2,4	5,46	5,81	3,9	6,75	7,18	4,7
	100,00	152,68	100,0	100.00	149,63	100,0	100,00	151,57	100,0

III.

Formole secondo Osann.

Riu Mannu	$s_{71,7}$	$a_{8,9}$	$c_{3,3}$	$f_{7,8}$	$n_{6,9}$
Caniga	$s_{73,3}$	$a_{10,2}$	$c_{4,9}$	$f_{4,9}$	$n_{5,0}$
Fonte Corbu	$s_{71,8}$	$a_{9,7}$	$c_{3,5}$	$f_{6,8}$	$n_{4,3}$

IV.

Formole magmatiche secondo Loewinson-Lessing.

	α	β	$\bar{R}O$	R^2O^3	SiO^2	$\bar{R}O$	R^2O^3	SiO^2	$R^2O:RO$
Riu Mannu	2,82	39	2,6	1,7	10,9	1,5	1	6,4	1 : 1,18
Caniga	2,85	37	2,2	1,8	11,0	1,2	1	6,1	1 : 0,85
Fonte Corbu	2,83	39	2,6	1,7	10,9	1,5	1	6,4	1 : 1,08
Toscanite. Rocca di Tolfa	3,07	35	2,2	1,7	11,2	1,3	1	6,6	1 : 1,09
Toscanite. Monte Calvario	2,97	39	2,7	1,6	11,0	1,7	1	6,9	1 : 1,08

Dai dati suesposti rimane dimostrata la grande affinità che passa tra le vitrotrachiandesiti sarde e le toscaniti tipiche di Washington. Specialmente istruttivo è nel nostro caso il confronto dei vari rapporti $R^2O:RO$. La roccia del Riu Mannu più ricca di plagioclasi e di pirosseni ha questo rapporto minore e che si volge quindi, pur mantenendosene assai lontano, a quello medio delle andesiti secondo Loewinson-Lessing [1], che è 1 : 2,81: la roccia di Caniga invece, che ha pochi interclusi e base vetrosa trachitica prevalente, ha detto rapporto maggiore e corrispondente a quello medio delle trachiti, che è, sempre secondo Loewinson-Lessing [2], uguale a 1 : 0,87. Valori intermedî si trovano nella roccia di Fonte Corbu e in quelle di Washington. Per gli altri dati caratteristici la concordanza è perfetta e solamente il coefficiente di acidità è in quest'ultime di poco più elevato. Per quel che riguarda il rapporto soda a potassa, come esso è alquanto variabile nelle mie rocce lo è ancora più nelle rocce di Washington. Ecco detto rapporto [3] per le varie rocce calcolato dalle colonne *b* della tabella II:

Riu Mannu	$Na^2O : K^2O$	=	1 : 0,44
Caniga	" "	=	1 : 1
Fonte Corbu	" "	=	1 : 1,36
Toscanite di Rocca di Tolfa . . .	" "	=	1 : 1,81
Toscanite di Monte Calvario . . .	" "	=	1 : 0,57.

(1) Loc. cit., 452.

(2) Loc. cit., 451.

(3) Credo assai interessante in molti casi completare la formola magmatica di Loewinson-Lessing

Nelle trachiti in media, secondo Loewinson-Lessing, è $Na^2O : K^2O = 1 : 0,80$ e nelle andesiti $Na^2O : K^2O = 1 : 0,34$.

Le trachiandesiti olo o ipocristalline del gruppo di S. Anatolia, e precisamente quelle di Caniga e Landriga, hanno anche chimicamente caratteri diversi dalle precedenti: si accostano di più alle andesiti ed anche in parte alle trachidoleriti, gruppo anch'esso, come si sa, non troppo ben delimitato. Pur tuttavia bisogna tener conto che manca nelle mie rocce l'olivina e quel minerale del gruppo dalla sodalite, che quasi sempre, benchè in piccola quantità, si trova nelle trachidoleriti. Fra queste rocce le maggiori somiglianze sono con le Latiti di Ransome [1] e precisamente con le Latiti augitiche. Le Latiti, come è noto, benchè siano della maggior parte degli autori poste fra le trachidoleriti, ne differiscono notevolmente e non hanno forse un luogo ben definito nella classificazione.

Riporto qui le analisi della trachiandesite olocristallina di Caniga (S. Anatolia) e della Latite augitica di Table Mt. Tuolumne Co. (California) e ne confronto poi le formole magmatiche come precedentemente.

I.

	CANIGA S. ANATOLIA (MILLOSEVICH)	TABLE Mt. TUOLUMNE Co. (RANSOME)
SiO^2	58,40	56,78
TiO^2	0,41	1,15
Al^2O^3	17,94	16,86
Fe^2O^3	5,02	3,56
FeO	1,42	2,93
MnO	0,40	—
MgO	0,95	3,41
CaO	6,23	6,57
Na^2O	3,64	3,19
K^2O	4,68	3,48
H^2O	1,89	1,36
P^2O^5	—	0,42
	100,98	99,71

Seguono i rapporti molecolari dedotti dalla mia analisi ridotta a 100:

---

con il dato $Na^2O : K^2O$; interessantissimo poi nel caso presente in cui si tratta di rocce intermedie fra le trachiti e le andesiti. Calcolo, per conformità con gli altri, anche questo rapporto dalle colonne *b* della tabella II, e non come propone Osann per il suo *n*, che equivale, come è noto, a $\frac{Na^2O \times 10}{Na^2O + K^2O}$ e che si desume come gli altri dati di Osann dalle colonne *c*.

[1] Amer. Journ. Sc., 1898, 155.

II.

	CANIGA. S. ANATOLIA		
	a	*b*	*c*
SiO^2	59,31	98,85	67,4
Al^2O^3	18,12	17,76	12,1
Fe^2O^3	5,07	3,17	—
FeO	1,84	2,56	3,7
MgO	0,96	2,40	1,6
CaO	6,29	11,23	7,7
Na^2O	3,68	5,94	4,1
K^2O	4,73	5,03	3,4
	100,00	146,94	100,0

III.

Formola di Osann.

Trachiandesite. Caniga . . . . $s_{67,4}$ $a_{7,3}$ $c_{4,6}$ $f_{8,2}$ $n_{5,5}$

IV.

Formole magmatiche di Loewinson-Lessing.

	α	β	$\bar{R}O$	R^2O^3	SiO^3	$\bar{R}O$	R^2O^3	SiO^2	$R^2O : RO$
Trachiand. Caniga . . .	2,20	49	2,7	2,1	9,9	1,3	1	4,7	1 : 1,47
Latite-augitica. Table Mt.	2,15	54	3,4	1,9	9,8	1,8	1	5,1	1 : 2,72

Per la trachiandesite di Caniga il rapporto $Na^2O : K^2O = 1 : 0,85$, per la latite augitica è $Na^2O : K^2O = 1 : 0,72$.

Confrontando questi dati, si vede che la roccia di Caniga differisce dalle così dette Latiti augitiche per maggior acidità, per il rapporto $R^2O : RO$ maggiore, cioè più vicino a quello trachitico e per il rapporto $Na^2O : K^2O$ minore, cioè più vicino a quello trachitico: sopratutto è notevole nelle Latiti augitiche la maggior quantità di ossidi di tipo RO e specialmente di magnesia. È probabile che le Latiti augitiche debbano considerarsi, piuttosto che come trachidoleriti, come trachiandesiti, più vicine alle vere andesiti di quel che non sia la mia roccia.

Una certa analogia si potrebbe trovare fra la trachiandesite olocristallina di Caniga e le Vulsiniti di Washington [1] e di Riva e De Lorenzo [2] per quanto ri-

[1] Washington H. S., *Italian Petrological Sketches*, I-II-V. Journal of Geology, vol. IV, pp. 552 e 849; vol. V, p. 356.

[2] De Lorenzo e Riva, *Il cratere di Astroni nei campi Flegrei*. Napoli. R. acc. sc., ser. 2, XI, 1902.

guarda la composizione mineralogica, sebbene la molto minor quantità di feldspato alcalino nella mia roccia costituisca un carattere differenziale importante: ma chimicamente differiscono notevolmente per il rapporto $R^2O : RO$ che nelle vulsiniti è sempre superiore a 1 e per il rapporto $Na^2O : K^2O$ che nelle vulsiniti è inferiore a 1, mentre l'inverso si verifica nella roccia di Sardegna. In altre parole le Vulsiniti hanno maggior quantità di alcali e la potassa moltissimo prevalente sulla soda.

Si può concludere, che le trachiandesiti olo o ipocristalline del gruppo di S. Anatolia possono considerarsi anch'esse come un termine di passaggio fra le trachiti e le andesiti con qualche affinità anche con le trachidoleriti.

La trachiandesite del Nuraghe de Sa Patada, quantunque formata dai medesimi minerali delle altre, pure, per la quantità relativa di essi minerali, risulta chimicamente assai diversa. Discutiamo anche l'analisi di questa con gli stessi metodi usati per le precedenti.

Trachiandesite del Nuraghe de Sa Patada.

I.

SiO^2	62,28
TiO^2	0,31
Al^2O^3	20,30
Fe^2O^3	2,34
FeO	0,88
MnO	0,21
MgO	0,35
CaO	1,95
Na^2O	4,29
K^2O	4,95
H^2O	1,77
	99,63

II.

	NURAGHE DE SA PATADA		
	a	*b*	*c*
SiO^2	63,93	106,55	73,2
Al^2O^3	20,76	20,35	14,0
Fe^2O^3	2,39	1,49	—
FeO	1,12	1,56	1,2
MgO	0,36	0,90	0,6
CaO	1,99	3,55	2,4
Na^2O	4,39	7,08	4,9
K^2O	5,06	5,38	3 7
	100,00	146,86	100,0

III.

Formola secondo Osann.

$s_{73,2}$ $a_{10,9}$ $c_{8,3}$ $f_{0,8}$ $n_{5,7}$

IV.

Formola magmatica di Loewinson-Lessing.

$$\alpha = 2{,}54 \qquad \beta = 38$$

$$\bar{R}O : R^2 O^3 : Si O^2 = 1{,}8 : 2{,}2 : 10{,}6 = 0{,}8 : 1 : 4{,}8$$

$$R^2 O : RO = 1 : 0{,}48 \qquad Na^2 O : K^2 O = 1 : 0{,}76$$

Basta porre accanto a questa la formola magmatica media delle trachiti secondo Loewinson-Lessing, cioè:

$$\alpha = 2{,}42 \qquad \beta = 44{,}4$$

$$\bar{R}O : R^2 O^3 : Si O^2 = 2{,}5 : 2{,}0 : 10{,}3 = 1{,}2 : 1 : 5{,}1$$

$$R^2 O : RO = 1 : 0{,}87 \qquad Na^2 O : K^2 O = 1 : 0{,}80$$

per convincersi che i caratteri chimici sono quelli di una vera trachite: anzi il rapporto $R^2 O : RO$, che ha un valore molto elevato, è, per così dire, ultratrachitico.

Credo peraltro che si debba conservare ad essa il nome di trachiandesite, perchè gli interclusi di feldspato calcico-sodico sono assolutamente i più abbondanti, mentre quelli di feldspato alcalino sono addirittura scarsi. È senza alcun dubbio questo tipo di roccia il più interessante e il più nuovo fra le trachiandesiti da me studiate; me ne riservo perciò uno studio e una discussione più profonda nel caso probabile di trovarlo ripetuto in altri luoghi della Sardegna.

Ho chiamato una delle rocce del Riu Mannu trachidacite e vedremo ora in base a quali considerazioni.

Al solito riporto l'analisi e le relative formole:

Trachidacite della Valle del Riu Mannu.

I.

$Si O^2$	68,03
$Ti O^2$	0,43
$Al^2 O^3$	14,18
$Fe^2 O^3$	3,14
$Fe O$	0,89
$Mn O$	0,31
$Mg O$	0,64
$Ca O$	3,12
$Na^2 O$	4,71
$K^2 O$	3,90
$H^2 O$	1,81
	101,16

II.

	RIU MANNU		
	a	*b*	*c*
SiO^2	68,87	114,78	75,8
Al^2O^3	14,29	14,01	9,2
Fe^2O^3	3,17	1,98	—
FeO	1,21	1,68	2,3
MgO	0,64	1,60	1,0
CaO	3,14	5,61	3,8
Na^2O	4,75	7,66	5,1
K^2O	3,93	4,19	2,8
	100,00	151,51	100,0

III.

Formola secondo Osann.

$s_{75,8}$ $a_{10,6}$ $c_{1,6}$ $f_{7,8}$ $n_{6,4}$

IV.

Formola magmatica di Loewinson-Lessing.

$$\alpha = 3,34 \qquad \beta = 32$$
$$\bar{R}O : R^2O^3 : SiO^2 = 2,1 : 1,6 : 11,5 = 1,3 : 1 : 7,2$$
$$R^2O : RO = 1 : 0,75 \qquad Na^2O : K^2O = 1 : 0,55$$

Per le daciti la formola media secondo Loewinson-Lessing (1) è:

$$\alpha = 3,02 \qquad \beta = 35$$
$$\bar{R}O : R^2O^3 : SiO^2 = 2,2 : 1,7 : 11,2 = 1,3 : 1 : 6,6$$
$$R^2O : RO = 1 : 1,56 \qquad Na^2O : K^2O = 1 : 0,28$$

Le due formole concordano, tranne che per i rapporti $R^2O : RO$ e $Na^2O : K^2O$, che nella roccia del Riu Mannu si accostano assai a quelli delle trachiti. D'altronde questa roccia non si potrebbe considerare come una vera dacite per la mancanza di quarzo fra gli interclusi, benchè questa non sia una condizione assolutamente indispensabile per le daciti e benchè inoltre ne contenga la sua massa fondamentale.

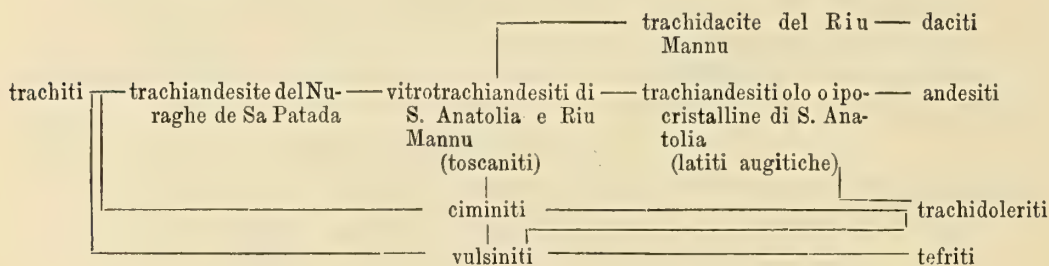
Loewinson-Lessing (2) ammette l'esistenza fra i tipi trachitici di uno nel quale col crescere della SiO^2 è legato anche un aumento di terre alcaline e secondo lui questo tipo si accosta, non alle andesiti, ma piuttosto alle daciti. Un termine di tale

(1) Loc. cit., 449.
(2) Loc. cit., 251.

passaggio potrebbe esser dato da questa roccia, che si può dunque chiamare propriamente trachidacite. Si vedano anche, a proposito di tale passaggio le analisi delle rocce del Centro di Sumatra riportate dal Rosenbusch (¹).

Si è visto poi anche, quando si è descritta questa trachidacite, la sua relazione genetica e di costituzione con la vitrotrachiandesite (toscanite) della medesima località.

Riassumendo le considerazioni sopra esposte, si può ritenere che le rocce dei dintorni di Sassari, che ho chiamato trachiandesiti, segnino i termini di passaggio fra le trachiti e le andesiti e precisamente tre termini distinti: il primo, più vicino alle trachiti, è rappresentato dalla trachiandesite del Nuraghe de Sa Patada; il secondo, giustamente intermedio, è rappresentato dalle vitrotrachiandesiti di S. Anatolia e del Riu Mannu corrispondenti alle così dette toscaniti; il terzo, più vicino alle andesiti, rappresentato dalle trachiandesiti olo o ipocristalline di S. Anatolia, che hanno una certa affinità con le così dette latiti augitiche. Vi è poi la trachidacite del Riu Mannu, che è termine intermedio fra le trachiti e le daciti pur conservando anche relazione con la vitrotrachiandesite (toscanite) della stessa località.

Volendo indicare graficamente e in modo schematico i rapporti mutui di queste rocce di passaggio (comprese anche le vulsiniti e le ciminiti, che non riguardano peraltro il gruppo da me studiato) si potrebbe farlo con il seguente specchietto:

Ora sorge la domanda: è necessario dare nuovi nomi a tutte queste varietà intermedie? Credo di no: anzitutto perchè sono tipi di passaggio, e come tali non ben definiti, e poi perchè essi sarebbero fondati unicamente su differenze chimiche, cioè sulla quantità relativa e non sulla diversa qualità dei componenti mineralogici che, su per giù, sono gli stessi. Per me quindi hanno un valore assai relativo parecchi di questi nomi nuovi introdotti da altri autori.

È ben giusto dare il peso che merita alla costituzione chimica delle rocce, ciò che costituisce l'indirizzo moderno delle classificazioni petrografiche, ma non bisogna d'altra parte cadere nell'inconveniente molto deplorevole di ingombrare inutilmente la letteratura petrografica con troppi nuovi nomi corrispondenti a varietà intermedie, rivelate per lo più soltanto dall'analisi chimica.

La roccia di Val Barca, molto diversa, come si è visto, dalle precedenti, non presenta nessuna particolarità speciale nella sua costituzione chimica.

(¹) Rosenbusch H, *Elemente der Gesteinlehre.* Zweite Auflage, 1901, 299, (1-1 *a*-2).

L'analisi e la formôla magmatica che seguono, mostrano chiaramente, come del resto già lo studio microscopico, che abbiamo in essa una andesite iperstenico-augitica piuttosto basica, che volge cioè al basalto.

Andesite iperstenico-augitica di Val Barca.

I.

$Si O^2$	53,33
$Ti O^2$	0,47
$Al^2 O^3$	21,21
$Fe^2 O^3$	1,67
$Fe O$	3,25
$Mn O$	1,29
$Mg O$	2,60
$Ca O$	10,04
$N^2 O$	3,22
$K^2 O$	2,25
$H^2 O$	0,90
	100,23

II.

	VAL BARCA		
	a	*b*	*c*
$Si O^2$	54,11	90,18	59,8
$Al^2 O^3$	21,38	20,96	13,9
$Fe^2 O^3$	1,68	1,05	—
$Fe O$	4,58	6,36	4,8
$Mg O$	2,62	6,55	4,4
$Ca O$	10,12	18,07	12,0
$Na^2 O$	3,24	5,23	3,5
$K^2 O$	2,27	2,41	1,6
	100,00	150,81	100,0

III.

Formola di Osann.

$s_{59,8} \quad a_{3,9} \quad c_{6,7} \quad f_{9,4} \quad n_{6,8}$

IV.

Formola magmatica di Loewinson-Lessing.

$$\alpha = 1,72 \qquad \beta = 67$$

$$\bar{R}O : R^2 O^3 : Si O^2 = 3,8 : 2,2 : 9,0 = 1,7 : 1 : 4,1$$

$$R^2 O : RO = 1 : 4,05 \qquad Na^2 O : K^2 O = 1 : 0,46$$

Per la costituzione chimica quindi questa roccia sta fra le andesiti e i basalti; ma, oltre ad altri caratteri, la struttura sempre più o meno ialopilitica della massa fondamentale la riannoda piuttosto alle andesiti.

VI.

Conclusioni.

Riassumo i fatti più importanti assodati dalle mie ricerche: queste conclusioni parziali, limitate al ristretto campo studiato, sono soltanto una minima parte del materiale, che dovrà servire per la storia delle eruzioni in Sardegna.

Una grande distesa di rocce vulcaniche si estende sotto tutto l'altipiano calcareo Sassarese tanto ad occidente che ad oriente della città.

Queste rocce perciò sono da ritenersi preelveziane.

Non è dato di constatare neanche la lontana idea di una bocca eruttiva, cosa ovvia del resto, data l'età relativamente antica di queste rocce e i movimenti che la regione ha subìto posteriormente alle eruzioni.

La maggior parte delle rocce di questo territorio sono trachiandesiti, che rappresentano varii gradi di passaggio fra i due tipi estremi ([1]). Mancano le trachiti vere e proprie, mentre invece si riscontrano dei tipi basici di andesiti pirosseniche. Degne di nota sono anche le rocce che ho chiamato trachidaciti, che segnano un termine di passaggio meno frequente a riscontrarsi.

È accertata l'affinità di molte di queste rocce con altre dell'Italia Centrale, specialmente con le così dette toscaniti.

Rispetto all'età relativa delle rocce descritte si può ritenere che le vitrotrachiandesiti sono più recenti delle trachiandesiti olo o ipocristalline più basiche e delle andesiti schiette. Infatti *inclusi* di quest'ultime due si trovano nelle prime, e, in molti luoghi, filoni o dicche della roccia a base vetrosa attraversano colate della roccia a base olo o ipocristallina.

È da ritenersi quindi, che nella regione studiata le eruzioni preelveziane si sieno iniziate con materiali più basici ed abbiano prodotto successivamente materiali più acidi.

([1]) Secondo una recente Nota preliminare di J. Déprat (Compt. rendus, n. 3, 16 juillet 1907) le rocce trachiandesitiche hanno una grande diffusione in altri luoghi della Sardegna settentrionale.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA.

Fig. 1. — Roccia a struttura eutaxitica della Valle del Riu Mannu. Aspetto esterno.

Fig. 2. — Andesite iperstenico-augitica di Val Barca.

Fig. 3. — Trachiandesite a struttura olo o ipocristallina di Caniga (S. Anatolia).

Fig. 4. — Roccia a struttura eutaxitica della Valle del Riu Mannu.

Fig. 5. — Vitrotrachiandesite della medesima località, anch'essa a struttura eutaxitica.

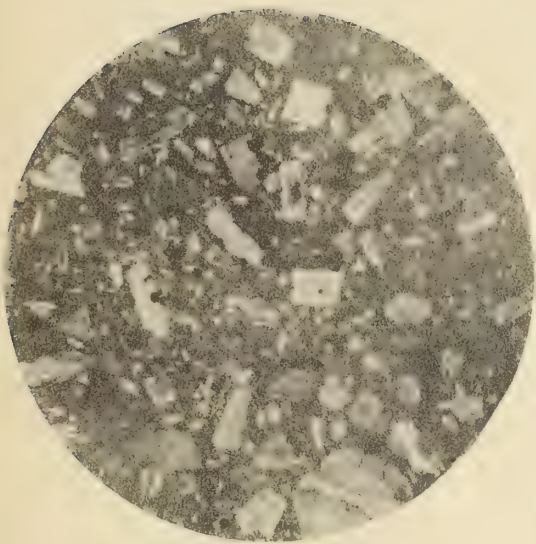
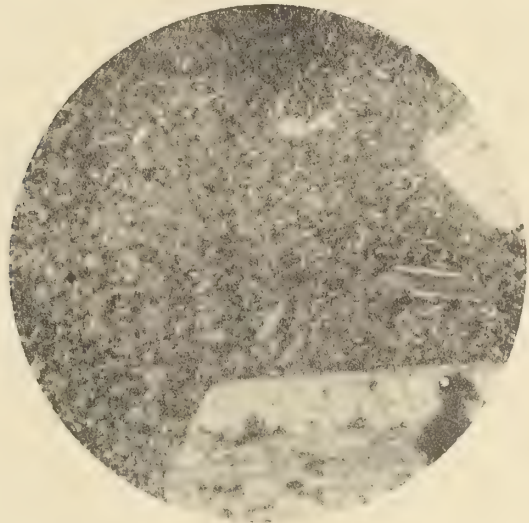
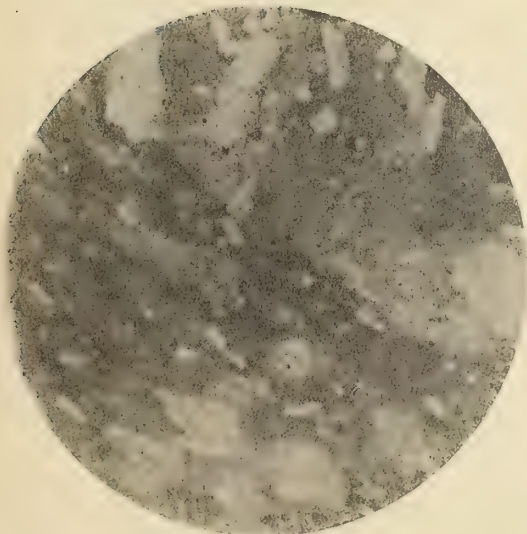
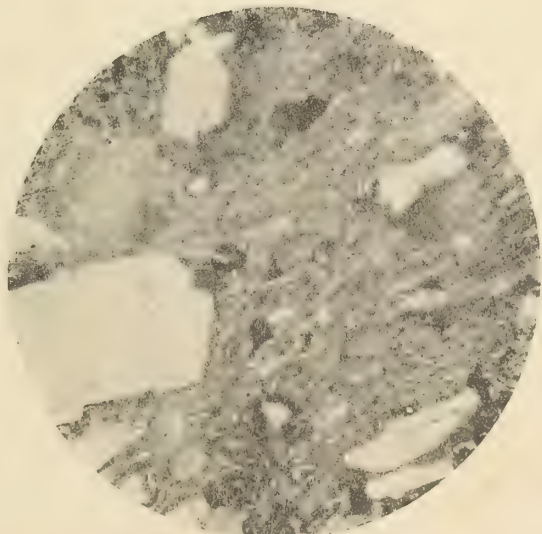
1

2

3

4

5

Fot. Danesi - Roma

RELAZIONE

letta dal Socio B. GRASSI, relatore, a nome anche del Socio F. TODARO, nella seduta del 7 aprile 1907, della Memoria del prof. L. TENCHINI e del dott. P. CAVATORTI, avente per titolo: *Sulla morfologia della ghiandola tiroide normale nell'uomo.*

Dei risultati, a cui gli Autori, il compianto prof. Tenchini e il dott. Cavatorti, sono giunti in questa Memoria, la nostra Accademia è già stata informata in una Nota preliminare del 1905.

Secondo gli Autori: « Alla nascita la ghiandola tiroide normale presenta condizioni morfologiche pressochè costanti dovunque ». « Nello sviluppo attraverso le età essa segue una parabola di incremento, di stato e di decremento, la quale nei diversi paesi si mantiene costante quanto alla forma grafica, variando invece quanto ai valori che essa rappresenta ». « Queste variazioni morfologiche hanno molto probabilmente valore etnico, a seconda del predominio maggiore o minore del gozzo in determinate regioni ». « Non il solo volume ed il peso risentono di questo fattore, ma ne risentono pure alcune parti costitutive dell'organo, come per es. il lobo piramidale ecc. ». Gli autori inclinano ad ammettere una funzione più o meno energica dell'organo nelle diverse regioni, dove più o meno domina il gozzo. Le qui ricordate conclusioni sono basate su lunghe, minuziose ed estese ricerche fatte in svariati luoghi, ma più specialmente a Milano e a Parma. Queste ricerche vengono riferite nella presente Memoria con molta accuratezza, in singoli capitoli che riguardano il peso, il peso specifico e il volume della tiroide. Un capitolo speciale tratta del lobo piramidale; ad esso ne segue un ultimo sulle anomalie dell'organo.

Riteniamo che la Memoria da noi esaminata costituisca un utile ed esatto contributo allo studio delle variazioni presentate dalla tiroide nelle varie località e che meriti di essere pubblicata dalla nostra Accademia.

Sulla morfologia della ghiandola tiroide normale nell' uomo.
Memoria dei prof. L. TENCHINI e dott. P. CAVATORTI.

Questo lavoro era intieramente compiuto, quando la morte rapì a me il Maestro e la Guida sapiente.

Avevamo — per esso — trascorse assieme tante bellissime ore, durante le quali Egli trasfondeva tutti i tesori della sua altissima mente, tutto l'ardore, che sempre metteva in ogni suo studio: era diventato — il lavoro nostro — l'argomento prediletto delle nostre discussioni, lo scopo quotidiano delle nostre ricerche: ed il professore Tenchini che lo aveva ideato, che lo aveva seguito in tutto il suo svolgimento, dai primi abbozzi alla veste sua attuale, lo amava come un padre il figlio, come l'artista la creazione del suo genio.

Appena accolto quale suo assistente, chiedendo a Lui su quale argomento dovessi più specialmente rivolgere i miei studî, mi accennò subito la tiroide: ed io mi misi al lavoro, colle indicazioni che mi venivano dalle parole benigne del Maestro; fatte un buon numero di osservazioni a Parma, mi mandò a Milano, ed, al ritorno di là, la ricca serie di osservazioni, che ne riportai, lo spinse ad una concezione più vasta nella tela del lavoro e mi propose di associarsi a me nello svolgerlo.

Da quel giorno procedemmo assieme e la grandissima mente del Maestro illuminò continuamente ed istruì me, suo allievo: procedemmo assieme e furono lunghissimi trattenimenti e furono carissime ore di studio passate assieme, nella più completa reciproca espansione.

Ora il lavoro è terminato: ma esce postumo riguardo ad uno dei suoi autori!

Che il continuo ricordo che io ho — dell'esempio di amore, di venerazione e di entusiasmo per gli studî — che, durante lo svolgimento di esso, ricevetti da Colui, di cui ebbi la ventura di essere collaboratore ed allievo — valga a me ed a tutti di ammaestramento e di guida.

Parma, dicembre 1906.

Dott. PIETRO CAVATORTI.

PREFAZIONE.

Per quanto numerosi ed importanti sieno gli studî sulla ghiandola tiroide nei più svariati ordini di ricerche, specialmente fatte a' giorni nostri, dacchè recenti conquiste dischiusero al biologo nuovi orizzonti, pure sembra a noi che la morfologia normale di quest'organo nell'uomo sia, per diversi rispetti, deficiente.

Pensammo che gli osservatori non avessero tenuto conto bastevole di certe condizioni di fatto quali l'età, il sesso, ecc., ma che sopra tutto non avessero valutato convenientemente il *fattore etnico*, il quale, legato come è alla ben nota forma di endemia strumosa, avrebbe potuto dar ragione di varî tipi morfologici, tutti del pari conformi alla norma.

Dichiariamo subito che, mossi da questo concetto, solo da pochissimi vagamente ricordato o sospettato, riuscimmo a risultati non trascurabili, i quali ci consentirono di poter conciliare le disparate affermazioni degli anatomici sopra alcuni punti, che pur sono di facilissima constatazione.

D'altro canto, per ciò che (a prescindere dalle variazioni etniche) ritenemmo mancare alla morfologia completa della tiroide, ci venne fatto pure di aggiungere alcuni dati di ordine generale, i quali non possono certo non presentare qualche importanza.

Le nostre prime osservazioni vennero eseguite sopra cadaveri di individui della città o della provincia di Parma, dove l'endemia strumosa è quasi ignota; ma poichè era necessario fare delle ricerche anche là dove, per contrapposto, quell'endemia fosse abbastanza diffusa, pensammo di estendere le indagini anche a Milano. Ed i risultati della doppia serie di investigazioni furono più che mai dimostrativi.

Non abbiamo bisogno di dire che le tiroidi da studiare vennero asportate colla massima diligenza, essendo tutte in buone condizioni di conservazione, e che dall'esame furono sempre rigorosamente esclusi i cadaveri, che avessero presentato anche solo una traccia di gozzo o di gola piena, o di qualche altra macroscopica alterazione morbosa della ghiandola, capace di modificarne il volume.

Malgrado però le nostre cure maggiori adoperate nella scelta dei materiali, non ci nascondiamo che altre condizioni anatomiche anormali, che non fosse l'ingrossamento della ghiandola, possano essere sfuggite; ma vogliamo anche affermare che il numero abbastanza grande di osservazioni fatte nei due centri di indagine trascelti, e l'applicazione, dove fu necessario, delle due medie insieme, seriale ed aritmetica, valsero, se mai, a rendere insignificanti quelle cause di errore che potevano venire dal comprendere delle ghiandole per avventura alterate, nella loro morfologia, da processi morbosi.

Stimiamo, pertanto, che il materiale esaminato debba giudicarsi, nel suo complesso, sicuramente normale, ma per lo meno poi riteniamo che sieno, senza alcun

dubbio, normali tutti quegli esemplari che formano i gruppi più alti dei valori seriali.

Vedremo come le grafiche di questi sieno concordi (per quanto variabili nelle cifre che li rappresentano) nelle due serie di osservazioni fatte: la qual cosa senza altro sempre più conferma l'assoluta e rigorosa normalità.

Gli esemplari, di cui ci siamo serviti, sono sufficientemente copiosi, e tali che ci sembrano bastevoli a trarne delle conclusioni sicure.

A Parma facemmo le nostre indagini sopra 278 cadaveri (che salirono a 292 per lo studio delle anomalie), di cui 18 di neonati, compresi i nati da non oltre i cinque giorni (10 maschi e 8 femmine) 49 di individui che non avevano oltrepassata l'età di 16 anni (21 maschi e 28 femmine), e 211 di altri, che dai 16 anni giungevano fino alla più tarda età (105 maschi e 106 femmine).

A Milano raccogliemmo 306 osservazioni distribuite anche qui fra neonati fino al 5° giorno di vita (48, di cui 22 maschi e 26 femmine), fanciulli e giovinetti di non oltre 16 anni (59, di cui 33 maschi e 26 femmine), ed individui delle altre età (199, di cui 101 maschi e 98 femmine).

Affermati così il concetto direttivo da un lato e le fonti prime delle nostre ricerche dall'altro, aggiungiamo che ci procurammo, dopo, anche dei materiali sparsi di osservazioni da diverse altre provincie italiane, e di questi reputammo conveniente valerci nel contesto del lavoro, via via che se ne offriva l'opportunità [1].

Sono questi per noi nuovi documenti, che, se invero per sè stessi non appaiono molto numerosi, valgono però, come speriamo di dimostrare, a crescere valore all' idea dell' influenza etnica sulla morfologia della tiroide.

***

Tali sono le ricerche, che formano l'argomento essenziale di questo lavoro; ma siccome per esso era necessario stabilire esattamente quali fossero le odierne condizioni dell'endemia strumosa, così ne ricercammo i dati statistici correlativi.

Ciò facemmo raccogliendoli in conformità a quanto già fece nel 1881 il Sormani nella sua *Geografia nosologica dell'Italia.*

Coi criterî precisi adottati da quest'autore ne ripetemmo le indagini sulla base delle leve fatte sui nati dal 1876 al 1883, per vedere se si fossero verificate delle variazioni, dopo il periodo a cui risale la statistica del Sormani.

[1] Ammontano in tutto a 216 osservazioni, in grandissima parte avute, per squisita gentilezza di colleghi, dagli Istituti di Anatomia normale di Torino, Bologna, Firenze, Palermo, Napoli e dallo spedale Civile di Brescia.

E però ci è grato testimoniare qui pubblicamente la nostra viva gratitudine ai prof. Fusari, Valenti, Chiarugi, Versari ed Antonelli della concessione fatta, e ringraziare insieme gli egregi colleghi dott. Bovero, Perna, Lunghetti, Livini, Gifuni, Bellini, Castellani e Frugoni della cooperazione prestata nel raccogliere i materiali desiderati.

Ed altrettanto sentita riconoscenza manifestiamo al prof. Guizzetti di alcuni importanti esemplari procuratici dall'Istituto di Anatomia patologica di Cagliari e delle notizie avute intorno a quella regione, come vogliamo non dimenticare i signori dott. Schiantarelli e Camanni delle loro osservazioni fatte nella Valtellina (Morbegno di Sondrio e Tirano).

Ed in verità, esse, come già rilevò il Baillarger per la Francia, non furono nè poche nè lievi, onde parve a noi doveroso renderne conto, non solo per i bisogni delle nostre speciali investigazioni, ma sì anche per fornire agli studiosi in generale (indipendentemente da ogni altra considerazione) dei dati completi sulle variazioni dell'endemia strumosa avvenute presso di noi dopo un ventennio. Di questi dati diamo un riassunto in fondo al lavoro.

Finalmente alcune *annotazioni illustrative* di certi punti trattati nel contesto dello scritto e la *Bibliografia*, da noi consultata sugli argomenti svolti, chiudono il lavoro.

***

Uno di noi (Tenchini) tenne la direzione ed il controllo generale del lavoro: all'altro (Cavatorti) fu affidata la raccolta dei materiali sì di Parma che di Milano, la serie delle esperienze sul peso specifico e tutte le ricerche istologiche.

Fu fatta da quest'ultimo anche la raccolta della letteratura sull'argomento e la parte storica precedente ogni capitolo.

Su tutti questi dati, uno di noi (Tenchini) stese i capitoli sul peso, sul volume, sul lobo piramidale, e sulle anomalie, nonchè l'annotazione sulla morfologia della tiroide nei pazzi: l'altro (Cavatorti) i capitoli sul peso specifico e sulla struttura, nonchè tutte le altre annotazioni.

Lo studio statistico sulla diffusione del gozzo in Italia, è opera esclusiva di uno solo di noi (Cavatorti) (1).

Parma, settembre 1906.

L. TENCHINI
P. CAVATORTI.

(1) Del lavoro, che ora presentiamo in *extenso*, fu già data la *Nota preliminare* alla R. Accademia dei Lincei dal Socio prof. G. B. Grassi nell'agosto del 1905. (Vegg. Rend. Accad. dei Lincei, vol. XIV, serie 5ª, 2° sem., fascic. 3°).

I.

Del Peso.

Preliminari. — La prima nozione intorno a questo dato pare risalga al Warthon (1659), il quale, avendo pesato la ghiandola tiroide in un giovane di circa 28 anni, la trovò di 7 dramme.

La stessa cifra fu, senz'altro, ripetuta dall'Evertze (1708), dal Mangeti (1716) e dall'Haller (1776); ma, a prescindere da questi autori antichi, per avere i risultati di nuove osservazioni, bisogna venire al Sömmering (1820), il quale dichiarò *di quasi un'oncia* il peso della tiroide negli adulti: « Alcuni osservarono (dice) che « nei neonati questa ghiandola pesa un'oncia, e sette dramme e mezzo negli adulti « di ventotto anni ».

Ad un dipresso altrettanto ripeterono il Meckel (1826) ed il Gorgone (1841) dicendolo di *circa* un'oncia, mentre alcuni anni dopo l'Huschke (1848) calcolò lo stesso peso variabile fra una e due oncie (fra 28 e 56 grammi circa).

Quasi identici furono i dati forniti dall'Henle (1873), il quale diede una cifra oscillante fra i 30 ed i 60 grammi, cifra che venne accettata poi da non pochi anatomici, fra cui il Rauber (1892), e, a' giorni nostri, il Romiti. A risultati di pochissimo dissimili (fra 38 e 57 grammi) si giungerebbe per un uomo adulto del peso di 70 chilogrammi, se, come fa il Perrando, si calcolasse che nell'età adulta la tiroide rappresenta 1/1233 — 1/1800 del peso del corpo. Il Mc Clellan poi ai nostri giorni scrisse che la ghiandola, di cui si parla, *pesa nell'adulto circa due oncie*, e cioè grammi 56.

A questo gruppo di valutazione fanno riscontro (con cifre progressivamente crescenti): — la media data dal Poincarè (1877), il quale la determinò in gr. 28,21 computandola su 106 tiroidi umane di adulti (50 donne e 51 uomini) ed esclusi affatto 4 casi di ghiandole molto voluminose, che avrebbero fatto salire la cifra a 35,55; — quella del Defaucamberge (1889), che stabilì un numero variante fra gr. 28 e 30; — del Cruveilhier (1874), seguito dal Beaunis e Bouchard (1880), che, *allo stato normale*, fissò una media di circa gr. 30; — dal Garnier (1899), che considerò alterate nell'adulto tanto le tiroidi con peso superiore ai 30 grammi, quanto quelle al di sotto dei 20 — di W. Krause (1879) che valutò la ghiandola solitamente qualche cosa più di 20 grammi; — del Quain (1899) e del Luciani (1901) che accettarono una cifra compresa fra 30 e 40 grammi; — del Schönemann (1892), che diede la media di gr. 36,21; — del Vierordt (1893) che la fissò in gr. 38,80 — e del Le Gendre, che indicò, già fin dal 1852, un numero preciso medio di 50 grammi.

Meno elevati furono, invece, i computi dati da altri autori.

Ricordiamo la valutazione media del Conte (1898) in gr. 22 (coll'età media di anni 22,6, esclusi i neonati ed i bambini al di sotto di un anno); — del Sappey,

che, mentre dichiarava *certamente patologica* la tiroide con un peso di gr. 50, ne valutava il peso normale medio fra i 22 ed i 24 gr.; — dello Strambio (1865), del Gaudier (1891), del Simon (1898) e del Chiarugi (1905), i quali s'attennero alla media del Sappey (il Gaudier anzi aggiunge che *raramente* la ghiandola sale a 30 grammi, ritenendo egli pure che il peso di 50 grammi dato dal Le Gendre sia *esagerato per una ghiandola normale*, e che altro non rappresenti se non che una condizione *manifestamente patologica*); — ed infine ricordiamo la cifra di gr. 25 determinata dal Gujart (1896) ed accettata dal Debierre, e quella di 25 a 30 ammessa dal Testut.

Rispetto alle età, il Poincarè, più sopra ricordato, riconosceva sembrargli che la ghiandola *dovesse aumentare in peso ed in volume* col progredire degli anni, poichè nel feto la vide di gr. 1,50, nell'adolescente di gr. 22,29, nell'adulto di gr. 26,89 e nel vecchio di gr. 41,27.

Ma chi forse più di ogni altro entrò in maggiori particolari fu il Weibgen (1891), il quale, dopo avere stabilito complessivamente su 151 esemplari di ghiandole tiroidi normali (senza distinzione nè di età nè di sesso) studiate nell'Istituto anatomo-patologico di Monaco (Baviera), un *peso medio generale* di gr. 31,8, lo valutò anche fra i sessi, attribuendo agli uomini (96 osservazioni) gr. 34,2 ed alle donne (53 osservazioni) gr. 29,3.

Rilevò il fatto della inferiorità nel sesso femminile, già ammesso prima (contrariamente a quanto si ritiene da molti) dal Poincarè, che trovò per le femmine gr. 26,88 e per i maschi gr. 30,01. Mise in relazione il peso della tiroide con quello generale del corpo, traendone la conclusione che, rispetto a quest'ultimo, la ghiandola, dopo la nascita, va impicciolendo, conformemente a ciò che aveva già osservato l'Huschke, e presentò infine una tavola delle variazioni nel peso della tiroide attraverso le varie età; dai primi giorni della vita autonoma all'estrema vecchiezza (fra i 71 ed i 90 anni) con un maximum di gr. 49,7 dai 51 ai 60 anni.

Il peso medio della tiroide (egli concluse) « varia nell'uomo dal primo anno di « vita fino alla pubertà fra 6 e 12 grammi; ma poi sale notevolmente al soprag- « giungere della maturità sessuale, così che nell'adulto raggiunge una cifra, che « oscilla fra 36 e 50 grammi ».

Il Weibgen fece le sue ricerche in un paese dove domina l'endemia strumosa (sopra 205 cadaveri esaminati senza selezione, ben 53 erano, infatti, di gozzuti), ed il Traina ultimamente (1905), studiando le condizioni anatomo-patologiche della tiroide a Pavia, dove pure è frequente il gozzo, credette di dover assegnarle una media normale variante negli adulti fra i gr. 25 ed i 50 per gli uomini, ed una fra 25 e 60 gr. per le donne.

Altri dati si trovano fra gli autori moderni sul peso della tiroide nei neonati, o nei primi tempi della vita, dati che vennero forniti specialmente (oltre che dal Weibgen): dal Vierordt (seguìto da L. R. Müller), che valuta la tiroide del neonato a gr. 4,85; — dal Sappey, che ne stabilisce la media in gr. 2; — dal Gaudier, il quale ripete presso che le stesse cose, scrivendo: « Alla nascita essa (la tiroide) non oltrepassa « mai i due grammi »; — dal Gujart, che mette innanzi una cifra di gr. 2,5; — dal Testut che la determina fra gr. 2 e 3; — dal Schönemann, che sopra sei neonati

a tiroide ritenuta per normale, registra due casi di gr. 2, uno di gr. 2,2, uno di gr. 2,5, un quinto di gr. 2,7, ed un un ultimo di gr. 3; — dal Perrando, che, facendo le sue osservazioni a Cagliari su *individui con tiroide sufficientemente normale* (dalle cifre fornite deduciamo le medie) per cinque feti *maschi a termine nati morti* verrebbe a dare una media di gr. 1,663; per due *feti femmine, in eguali condizioni*, gr. 1,932; per due maschi e due femmine a termine *morti entro il sesto giorno dalla nascita* rispettivamente gr. 1,935 e gr. 2,047; per tre maschi e per tre femmine, *morti entro il primo mese* pure la media rispettiva di gr. 1,66 e gr. 2,108.

Lo stesso Perrando infine ricorda il Garnier, il quale avrebbe trovato che « sopra « otto tiroidi di bambini da 6 a 19 mesi di età, una sol volta il peso toccò i tre « grammi; negli altri quattro casi (6 mesi, 12 mesi, 14 mesi, 18 mesi) restò infe- « riore ai due grammi ».

Riserbandoci di vedere più innanzi come sia stato giudicato il volume della tiroide di fronte alle sue possibili variazioni, bastano intanto le citazioni che siamo venuti ora facendo per rilevare subito le notevoli divergenze, che, sul peso, si incontrano fra gli osservatori. Si direbbe che la tiroide quasi sfugge a quella legge di una certa quale fissità che è comune a tanti altri organi dell'economia animale, se qualche altro fattore non fosse da invocare, capace di dar ragione del fatto.

E vi insistiamo, perchè, come già si avvertiva nelle premesse, il *fattore etnico* è quello precisamente, su cui noi vogliamo richiamare l'attenzione degli anatomici, e sul quale nessuna ricerca diretta, a nostra conoscenza, venne ancora fatta da alcuno.

Appena appena lo sospettava il Weibgen, quando volendo cercare l'accordo fra le sue osservazioni sul peso della ghiandola in confronto di quello dell'intero corpo e le osservazioni fatte da altri autori (Huschke, Quain, Hoffmann), dubitava che la cifra proporzionale diversa dipendesse o dall'essersi questi autori valsi di un materiale ristretto di ricerca o dall'essere le proprie indagini state eseguite in un paese di endemia strumosa, paese in cui la tiroide fosse *già di per sè più voluminosa.* Così pure il Rolando recentemente (1902), per quanto non avanzasse alcuna cifra sul peso della tiroide, tuttavia ricordò « come da popolazione a popolazione vi sia una grande va- « riabilità nel volume della ghiandola tiroide: in molti paesi (egli disse) il gozzo « è endemico, in altri, senza che si possa parlare di un vero gozzo, gli abitanti pre- « sentano un corpo tiroide molto grosso »; ed altrettanto dubitava il Traina nello scrivere « che il peso della tiroide nell'individuo adulto oscilla tra limiti piuttosto « vasti, onde si può dire che, pur rimanendo nel normale, le oscillazioni del peso « di questa ghiandola oltrepassano di molto quelle che, fisiologicamente, si incontrano « negli altri organi. Queste oscillazioni di peso (soggiunse) subiscono poi notevoli « modificazioni a seconda delle varie regioni da cui proviene il materiale di osser- « vazione, e questo fatto ci spiega le frequenti contraddizioni che riguardo al peso, « troviamo nei diversi trattati e memorie speciali sull'argomento ».

Ma, tranne questi accenni fugaci, nulla più.

Vedremo più avanti come dal fattore etnico dipendano anche altre variazioni.

Ora esponiamo sul peso i nostri risultati, presentando prima quelli ottenuti a Parma e poi gli altri avuti a Milano.

Ricerche originali.

A). — *Osservazioni fatte con materiali della città o della provincia di Parma.*

Premettiamo che per questo primo gruppo di ricerche, traemmo partito complessivamente di 278 cadaveri tutti di individui che, oltre al presentarsi esenti da ogni e qualsiasi manifestazione di gozzo o di gola piena, erano o della città di Parma, dove, com'è noto, l'endemia strumosa è quasi sconosciuta, o provenivano da quei luoghi della provincia, i quali rispetto a questa stessa endemia, si trovavano nelle medesime condizioni etniche generali [1].

Una così fatta precisa e rigorosa restrizione riusciva evidentemente necessaria per procedere nello studio secondo i criteri che ci siamo imposti, uniformandoci ai quali cercammo innanzi tutto: 1° il *peso medio generale* della tiroide a pieno sviluppo (dopo la pubertà) che fu di gr. 21,70 sopra un complesso di 211 osservazioni; 2° quello dei *due sessi*, in ciascuno dei quali risultò (sempre oltre il periodo pubere) di gr. 19,60 per gli uomini (105 osservazioni) e di gr. 23,10 per le donne (106 osservazioni). Dopo valutammo lo stesso peso nelle *varie età*, sì nei maschi che nelle femmine, e ne avemmo il seguente prospetto:

Prospetto 1°. — *Peso della ghiandola tiroide secondo le medie aritmetiche nei due sessi e nelle varie età (Parma).*

	MASCHI		FEMMINE	
	N.° delle osservazioni	Media aritmetica	N.° delle osservazioni	Media aritmetica
Neonati, fino al 5° giorno di vita incluso	10	gr. 1,83	8	gr. 1,81
Da 6 giorni a 1 anno compiuto	6	2,18	10	2,42
Da 1 anno compiuto a 6 non compiuti	10	3,05	14	3,14
Da 6 anni compiuti a 11 » »	4	7	2	7,26
Da 11 » » 16 » »	1	10	2	10,65
Da 16 » » 26 » »	19	*20,60*	8	16,50
Da 26 » » 36 » »	12	*20,60*	11	18,80
Da 36 » » 46 » »	10	19,20	19	24
Da 46 » » 56 » »	13	17,90	16	*25,70*
Da 56 » » 66 » »	14	18,20	12	20,20
Da 66 » » 76 » »	27	15,20	16	16,20
Da 76 » » in poi	10	9,10	24	14,10
Totale osservazioni	136		142	
Totale generale delle osservazioni	278			

[1] Per ciò eliminammo i cadaveri dei circondari di Borgotaro e di Borgo San Donnino, perchè nell'uno la percentuale segnante il grado di diffusione dell'endemia è più alta e nell'altro più bassa di quella del circondario esclusivamente di Parma. Vogliamo avvertire che dal complesso dei materiali da noi studiati a Parma non avemmo necessità di scartare che cinque soli esemplari di ghiandole strumose. E le tiroidi non prese in considerazione si riferivano: una ad un giovane di 21 anni, contadino di Monchio; due a donne, di cui una di Lupazzano (d'anni 41) ed una di Sissa (d'anni 45) contadine entrambe ed entrambe coniugate. Gli altri due esemplari erano in gran parte normali, solo presentando in uno dei due lobi laterali una cisti a contenuto colloideo. Notiamo, per incidenza, che, mentre Monchio e Lupazzano sono villaggi in piena montagna, Sissa è, invece, in completa pianura, vicino al Po.

Le cifre pertanto, dimostrerebbero nei due sessi, prima un aumento graduale nel peso della tiroide e poi una notevole diminuzione, che continua quanto più l'individuo progredisce negli anni; ma in pari tempo dimostrebbero ancora che, mentre nell'uomo il maximum del peso viene raggiunto nel primo ventennio dopo la pubertà, essendo rappresentato da una cifra contenuta tra i 20 ed i 21 grammi, nella donna lo stesso maximum si avrebbe molto più tardi, fra i 46 ed i 56 anni e con una cifra più forte, di 25 o 26 grammi.

Il periodo perciò di decremento nel sesso femminile sarebbe relativamente breve in confronto di quanto si verifica nel sesso maschile, in cui la ghiandola finisce per ridursi nel peso a proporzioni anche molto minori (gr. 9,10 per l'uomo, e gr. 14,10 pe la donna): la quale circostanza non è certamente da trascurarsi quando si pensi che nei due sessi la tiroide presenta alla nascita un peso, che si può ritenere identico.

Un ultimo particolare egualmente meritevole di ricordo, è dato dal fatto che l'aumento procede di anno in anno in modo uniforme, sì nei maschi che nelle femmine, con piccole quantità graduali, che variano da 15 a 20 centigrammi ad un maximum di circa 1 grammo.

Ciò desumiamo da un facile computo differenziale fra due medie contigue e ripartendo la cifra che ne risulta (ove occorra) fra cinque o dieci anni a seconda della impostazione presa in esame.

Così riuscimmo a specificare il seguente quadro:

Calcolo degli aumenti graduali di anno in anno nel peso della ghiandola tiroide

	MASCHI	FEMMINE
	gr.	gr.
Durante il primo anno	0,35	0,61
Nel 1° quinquennio (per ciascun anno)	0,17	0,14
» 2° » » » »	0,79	0,82
» 3° » » » »	0,60	0,67
Nei successivi decennî: Primo	1,06	0,58
» » » Secondo.	nessun aumento	0,23
» » » Terzo	diminuzione	0,52
» » » Quarto	idem	0,17

Abbiamo voluto registrare anche questa condizione di cose che riguarda il regolare aumento della tiroide per tutta sua fase ascendente, sì da non sorprendersi in alcun periodo della vita nessun momento degno di nota in cui l'organo possa considerarsi in istato di più viva attività evolutiva, perchè vi fu chi, come il Weibgen, credette di poter affermare un *rapido aumento della ghiandola* fra gli *11 ed i 20 anni* e precisamente nel periodo della vita in cui cade la pubertà.

Il Weibgen trae da tale circostanza il concetto, che si potesse pensare ad un rapporto eventuale fra la tiroide e la laringe, la quale pure attorno alla pubertà *cresce in volume considerevolmente.*

Vediamo ora come, d'altro canto, si succedano le quantità differenziali nel peso della tiroide a traverso la sua fase involutiva. Ciò rilevasi dal presente quadro.

Calcolo delle diminuzioni graduali di anno in anno nel peso della ghiandola tiroide.

	MASCHI	FEMMINE
Durante il 3° decennio (per ciascun anno)	gr. 0,14	aumento
» » 4° » » » »	» 0,13	idem
» » 5° » » » »	(¹)	gr. 0,55
» » 6° » » » »	» 0,30	» 0,40
Oltre il 76° anno. Diminuzione assoluta	» 6,10	» 2,10

Nelle cifre qui esposte appare, senz'altro, il lento diminuire dei pesi, in misura che, in entrambi i sessi, non oltrepassano, o solo di pochissimo (come dai 56 ai 66 anni fra le donne), il mezzo grammo per ciascun anno di vita.

Tali sono i più importanti corollarî, che sul peso della tiroide ci venne fatto di dedurre da un primo computo, che trovò la sua ragione nelle medie aritmetiche, calcolate in ciascun gruppo di età preventivamente segnato.

Prima della pubertà le differenze sessuali sono di pochissimo momento; le maggiori e veramente caratteristiche avvengono dopo, e dopo pure si fanno più frequenti e più forti le variazioni singole individuali. Le *medie seriali*, che qui presentiamo a maggiore conferma dei corollarî dedotti dalle *medie aritmetiche*, tendono anche alla dimostrazione di quest'ultima particolarità.

Prendemmo le mosse dal 16° anno compiuto, stabilendo, come prima, dei periodi decennali in ciascun sesso, e ponemmo d'altro lato a riscontro delle piccole quantità progressive di cinque in cinque grammi, riferendo ad essi i singoli casi per ognuno dei periodi decennali (²).

(¹) In questo decennio si verifica per ciascun anno un aumento di centigr. 3, il quale è però così insignificante da non poter essere preso in considerazione: onde, piuttosto, dovrebbe pensarsi ad un breve periodo di *stato* (nessuna diminuzione).

(²) Diciamo una volta per tutte che, nei *prospetti delle medie seriali*, ciascuna impostazione seriale in ordine ai grammi, è a sua volta, suddivisa in tre frazioni, o terzi (superiore, medio ed inferiore) e che ciò facemmo nello scopo di avvicinarci, quanto più era possibile, al vero, per segnare la linea grafica piuttosto al terzo medio, che più sopra o più sotto, a seconda della valutazione che credemmo di poter fare dei valori seriali.

PROSPETTO 2°. — *Peso della ghiandola tiroide secondo le medie seriali nei due sessi e nelle varie età (Parma).*

	PESO in grammi	Da 16 anni compiuti a 26 non compiuti	Da 26 anni compiuti a 36 non compiuti	Da 36 anni compiuti a 46 non compiuti	Da 46 anni compiuti a 56 non compiuti	Da 56 anni compiuti a 66 non compiuti	Da 66 anni compiuti a 76 non compiuti	Da 76 anni compiuti in poi	Totali
MASCHI	41–45								
	36–40	1							1
	31–35		1			1			2
	26–30	2	3				1		6
	21–25	5	2	5	3	2	5		22
	16–20	5	4	2	8	8	5		32
	11–15	6	2	3	1	3	11	4	30
	6–10				1		4	5	10
	1–5						1	1	2
	Totali	19	12	10	13	14	27	10	105
FEMMINE	41–45			1					1
	36–40				2				2
	31–35			1	2				3
	26–30	1		5	5	2	2		15
	21–25		3	8	5	6	4	2	28
	16–20	3	4	2		2	5	10	26
	11–15	4	4	1	2	1	2	7	21
	6–10			1		1	2	2	6
	1–5						1	3	4
	Totali	8	11	19	16	12	16	24	106

Dal suesposto prospetto appare chiaro che i risultati sono presso che identici a quelli ottenuti con le medie aritmetiche.

Le maggiori varianti individuali, che si verificano in generale dopo i 16 anni compiuti, in confronto di quelle molto più ristrette, che, come già si disse, si riscontrano prima, non hanno potuto influire in modo notevole sulla determinazione precisa di un valore medio attraverso le età.

Il prospetto che segue (3°) serve a dimostrare questa condizione di cose, onde, anche colle medie seriali, si rendono evidenti in entrambi i sessi i periodi di incremento e di decremento nel peso della ghiandola colle differenze più sopra notate.

PROSPETTO 3° . — *Tavola di rapporto fra le medie* ARITMETICA *e* SERIALE *sul peso (in grammi) della ghiandola tiroide dal 16° anno compiuto in poi. Per decennî (Parma).*

SERIE DECENNALI	MASCHI		FEMMINE	
	Media aritmetica	Media seriale	Media aritmetica	Media seriale
Da 16 anni compiuti a 26 non compiuti.	20,60	18	16,50	14,15
» 26 » » 36 » »	20,60	21,22	18,80	18
» 36 » » 46 » »	19,20	18,19	24	24,25
» 46 » » 56 » »	17,90	18,19	25,70	27,28
» 56 » » 66 » »	18,20	17	20,20	21,22
» 66 » » 76 » »	15,20	14,15	16,20	18
» 76 » » in poi	9,10	9,10	14,10	15

Ora, insistiamo ancora sulla circostanza della maggiore uniformità di cifre ottenute nei singoli casi prima della pubertà, perchè il fatto ci sembra non privo di importanza di fronte al concetto della funzione.

E però, stimammo superfluo presentare, per questa prima fase della vita, una valutazione seriale, perchè, sì nei maschi che nelle femmine, non trovammo che differenza lievissima fra i varî esemplari in ciascuno dei periodi presi in considerazione.

Superati i 16 anni, invece, la possibilità dei casi, che relativamente al peso della tiroide si scostino in modo notevole dalla cifra media, è abbastanza comune, fino ad aversi dei valori che talora possono salire presso che al doppio, od anche più spesso discendere molto sotto la metà del valore normale.

B). — *Osservazioni fatte con materiali della città o della provincia di Milano.*

Passiamo ora a rendere conto delle osservazioni fatte su individui della città o della provincia di Milano ([1]) dove, come si sa, l'endemia strumosa è notevolmente diffusa ([2]).

Anche per questa ragione i materiali di ricerca furono abbastanza copiosi, perchè eliminati tutti i casi che dalle apparenze esterne potessero essere giudicati di gozzo o di gola piena, potemmo rivolgere la nostra attenzione sopra 306 cadaveri, di cui 156 di maschi e 150 di femmine, comprendendovi tutte le età, dalla nascita alla estrema vecchiaia.

Le stesse precise norme che ci servirono per gli esami, le valutazioni, le distinzioni per serie etc. dei materiali precedentemente studiati, valsero qui per questi, perchè i raffronti fra due territorî, in condizioni etniche diverse, potessero riuscire rigorosi.

E così un primo calcolo generico fatto sulle tiroidi di individui oltre la pubertà, senz'altra specificazione, ci fece segnare un peso medio generale di gr. 40.95 tratto da 199 osservazioni, mentre dai calcoli nei due sessi si ebbero gr. 40.10 per gli uomini (sopra 101 osservazioni) e gr. 42 per le donne (sopra 98 osservazioni). Delle altre distinzioni poi fra sessi ed età diverse dà ragione il prospetto (4°) che qui riproduciamo colle relative medie aritmetiche.

([1]) Furono eseguite nel Laboratorio di Anatomia patologica dello Spedale Maggiore di Milano per gentile condiscendenza del Chiarissimo professore A. Visconti, a cui rivolgiamo i nostri più vivi ringraziamenti.

([2]) Nella provincia di Milano, la quale nell'insieme ha l'1 p. °/₀ di riformati per gozzo, il maximum è raggiunto dal circondario di Lodi (col 2.72) ed il minimo da quello di Gallarate, essendovi il gozzo rappresentato solo dal 0.77 p. °/₀. Cifre intermedie abbastanza elevate sono date dal circondario di Monza (1.44), di Abbiategrasso (1.40) e da quello di Milano (1.10).

Ora noi avemmo cura di trascegliere il nostro materiale di studio o dal circondario stesso di Milano, oppure dagli altri, che, per il grado dell'endemia strumosa, non gli fossero stati inferiori.

— Così mentre comprendemmo Monza, Lodi ed Abbiategrasso, non profittamo dei cadaveri di individui che fossero stati di Gallarate. — Con ciò volemmo rendere ancora più sentita la diversità fra la cifra di Parma (0.10) e quella del circondario milanese (1.10) (non più 1 gozzuto come a Parma, ma 11 gozzuti sopra mille abitanti).

Una così fatta sensibile differenza emerse anche dalle nostre personali osservazioni sul cadavere, giacchè, nel complesso, ben 24 ghiandole trovammo a Milano affette da gozzo, e delle quali naturalmente non abbiamo tenuto alcun conto. Di queste, 18 appartenevano a donne, e 6 a uomini, riferendosi tutte ad individui o della città di Milano o del suo circondario.

Rispetto all'età ne notammo, fra le donne, tre dai 10 ai 20 anni, dieci dai 20 ai 25, e cinque fra i 37 ed i 41 anni, mentre, fra gli uomini, i pochi casi comprendevano le età più varie, fra i 30 ed i 75 anni.

Prospetto 4°. — *Peso della ghiandola tiroide secondo le medie aritmetiche nei due sessi e nelle varie età (Milano).*

	MASCHI		FEMMINE	
	Numero delle osservazioni	Media aritmetica in gr.	Numero delle osservazioni	Media aritmetica in gr.
Neonati (fino al 5° giorno di vita incluso)	22	1,77	26	1,75
Da 6 giorni a 1 anno non compiuto	18	2,85	10	2,49
» 1 anno compiuto a 6 non compiuti	10	16,31	8	13,35
» 6 anni compiuti a 11 non compiuti	2	23	5	25,46
» 11 » » 16 » »	3	26,50	3	28,06
» 16 » » 26 » »	11	39,46	9	42,94
» 26 » » 36 » »	12	*44,98*	17	44,37
» 36 » » 46 » »	19	43,40	20	*46,63*
» 46 » » 56 » »	13	40,86	14	44,01
» 56 » » 66 » »	33	38,79	15	37,79
» 66 » » 76 » »	21	32,85	18	31,85
» 76 » » in poi	2	31,70	5	29,35
Totale osservazioni	156		150	
Totale generale delle osservazioni	306			

Determinata così colle medie aritmetiche la parabola di sviluppo, a cui si uniforma la tiroide per ciò che riguarda il suo peso, non abbiamo bisogno di dimostrare la perfetta correlazione di questi risultati con quelli ottenuti precedentemente, onde anche qui si devono chiaramente dimostrare le variazioni che la ghiandola presenta a seconda di determinati periodi della vita.

Faremo rilevare più innanzi le note distinte dei due ordini di osservazioni, per le quali si hanno dei valori assoluti molto diversi fra loro; ma intanto è bene fin da questo momento far notare come da queste, che stiamo ora esaminando, risulti chiaramente in entrambi i sessi il grande e rapido aumento che si verifica nel peso dell'organo nel primo quinquennio, in cui la cifra media è quattro o cinque volte superiore a quella che si riferisce al primo anno di vita.

Nel quinquennio successivo (fino ad 11 anni non compiuti) quell'aumento procede anche in misura abbastanza forte, specialmente nelle donne; ma poi più avanti le quantità sono contenute in limiti molto più ristretti, salvo nel primo decennio dopo la pubertà (da 16 anni compiuti a 26 non compiuti), in cui la cifra dell'aumento annuale sale oltre il grammo, e nelle femmine, quasi ad un grammo e mezzo.

Questi fatti risultano specificatamente dal seguente quadro, il quale fa riscontro a quello che, per analoghe dimostrazioni, facemmo colle osservazioni di Parma.

Calcolo degli aumenti graduali di anno in anno nel peso della ghiandola tiroide

	MASCHI	FEMMINE
Durante il primo anno	gr. 1,08	gr. 0,74
Nel 1° quinquennio (per ciascun anno).	» 2,69	» 2,16
» 2° » » » »	» 1,33	» 2,43
» 3° » » » »	» 0,70	» 0,52
Nei successivi decennî. Primo	» 1,29	» 1,48
» » » Secondo	» 0,55	» 0,14
» » » Terzo	Diminuzione	» 0,22

Le fasi evolutive si succedono qui pertanto meno regolari in confronto di quanto osservammo con materiali precedentemente presi in considerazione, poichè si notano delle quantità saltuarie molto più forti in determinati periodi della vita che non in altri.

Il fatto per sè stesso potrebbe essere ritenuto puramente fortuito, se il suo ricorrere contemporaneamente in entrambi i sessi non facesse pensare ad una legge ben determinata.

Nemmeno questi risultati ad ogni modo, sono in armonia con quelli più sopra ricordati del Weibgen, sulle conclusioni del quale avremo ancora occasione di ritornare quanto metteremo fra loro a raffronto le nostre due serie di osservazioni.

Intanto a completare le conclusioni che si possono dedurre dalle medie aritmetiche, giova qui mettere innanzi le cifre che segnano il decremento della tiroide nella sua fase involutiva.

Per questa, dobbiamo, senz'altro, notare una successione di cifre regolari, rappresentanti piccole quantità per ciascun anno, variabili da 15 centigrammi a poco più di mezzo grammo, come dal quadro che segue:

Calcolo delle diminuizioni graduali di anno in anno nel peso della ghiandola tiroide.

	MASCHI	FEMMINE
Durante il 3° decennio (per ciascun anno)	gr. 0.15	Aumento
» » 4° » » » »	» 0.25	gr 0.26
» » 5° » » » »	» 0.20	» 0.62
» » 6° » » » »	» 0.59	» 0 59
Oltre il 76° anno. Diminuzione assoluta	» 1.15	» 2.50

La fase involutiva per tanto procede (a differenza della fase evolutiva) a grado a grado in modo uniforme, precisamente come, del resto, vedemmo nella serie delle osservazioni fatte a Parma.

Mettiamo ora a riscontro dei risultati fin qui ottenuti quelli che possono dedursi dalle medie seriali.

Ecco il prospetto relativo (5) diviso da un lato per decenni e dall'altro per piccole quantità crescenti di cinque in cinque grammi.

PROSPETTO 5°. — *Peso della ghiandola tiroide secondo le medie seriali nei due sessi e nelle varie età (Milano).*

	PESO in grammi	Da 16 anni compiuti a 26 non compiuti	Da 26 anni compiuti a 36 non compiuti	Da 36 anni compiuti a 46 non compiuti	Da 46 anni compiuti a 56 non compiuti	Da 56 anni compiuti a 66 non compiuti	Da 66 anni compiuti a 76 non compiuti	Da 76 anni compiuti in poi	Totali
MASCHI	61–65			1		2			3
	56–60					1	1		2
	51–55	1	2						3
	46–50	1	2	4	1	1	1		10
	41–45	1	6	9	7	2	1	1	27
	36–40	4	2	4	4	9	3		26
	31–35	4		1	1	4	4		14
	36–30					1	7	1	9
	21–25					3	4		7
	Totali	11	12	19	13	23	21	2	101
FEMMINE	61–65		2			1			3
	56–60	2	1	2					5
	51–55			1	2				3
	46–50	1	1	10	5	1		1	19
	41–45		8	3	3	1	1		16
	36–40	5	3	4	3	8	4		27
	31–35	1	1		1	1	5	2	11
	26–30		1			3	6		10
	21–25						2	2	4
	Totali	9	17	20	14	15	18	5	98

Tali sono i risultati dei nostri computi sulle medie seriali che noi abbiamo procurato di stabilire colla maggiore possibile precisione.

Non è mestiere far rilevare la quasi assoluta corrispondenza delle cifre ora ottenute con quelle che deducemmo dal calcolo aritmetico. Tutto ciò dimostra a prima giunta il seguente prospetto comparativo onde le due medie, confermandosi reciprocamente, danno valore di certezza alle conclusioni che ne scaturiscono.

PROSPETTO 6°. — *Tavola di raffronto fra le medie aritmetiche e seriali sul peso (in grammi) della ghiandola tiroide dal 16° anno compiuto in poi — per decenni — (Milano).*

SERIE DECENNALI	MASCHI		FEMMINE	
	Media aritmetica	Media seriale	Media aritmetica	Media seriale
Da 16 anni compiuti a 26 non compiuti.	39,47	37,38	42,94	39,40
» 26 » » 36 » »	*44,98*	*44,45*	43,37	42,43
» 36 » » 46 » »	43,40	43	*46,63*	*46*
» 46 » » 56 » »	40,86	41,42	44,01	45,46
» 56 » » 66 » »	38,79	36,37	37,79	36,37
» 66 » » 76 » »	32,85	31,32	31,85	31,32
» 76 » » in poi	31,70	—	29,35	26 (?)

Colle osservazioni fatte a Milano viene un'altra volta assodato il concetto di una parabola evolutiva ben determinata della tiroide sì nei maschi che nelle femmine, essendo raggiunto il maximum degli uni fra il 26° ed il 36° anno e nelle altre nel decennio successivo.

Fatti analoghi si verificano coi materiali di osservazione raccolti a Parma, e ciò ci sembra molto importante, poichè pur non riconoscendosi dei valori assoluti molto diversi in ciascuna delle due regioni variamente colpite dall'endemia strumosa, le linee generali però, secondo cui la ghiandola cresce e quindi diminuisce attraverso le varie età della vita e nei due sessi, sono sempre quelle medesime.

Presenteremo più sotto le differenze fra Parma e Milano; intanto ci preme far osservare che le medie seriali oltre che servire di controllo, hanno potuto sicuramente dimostrare le condizioni di normalità della tiroide, perchè ad alcuno almeno dei gruppi di osservazioui che attorniano i maggiori valori seriali noi dovremo concedere le note di ghiandole tiroidi normali.

Non si esclude che pur avendosi avuto cura di diminuire gli individui gozzuti od a gola piena, possan essersi trovati e compresi nel nostro studio anche delle tiroidi patologiche per processi morbosi che non abbiano alterato il volume dell'organo; ma riferendoci noi ai *maggiori valori seriali*, almeno in questi, se non negli altri, è da riconoscersi la normalità, come quelli che raccolgono in sè le più comuni eventualità anatomiche delle tiroidi esaminate.

Sarebbe in vero strano che queste più comuni eventualità rappresentassero un valore patologico! E tanto più sarebbe strano quando si pensi che i medesimi valori relativi, o, in altre parole, la medesima forma di grafica evolutica della tiroide si presenta anche a Parma dove il gozzo è rarissimo.

Le medie seriali valsero anche a dimostrare le numerose varietà individuali, che si verificano nei due sessi: fatto questo pienamente dimostrato anche coi materiali di Milano, dove i piccoli gruppi seriali sparsi sono molto frequenti, come vedemmo succedere colle osservazioni di Parma.

I casi, adunque, che si allontanano dalla media vanno ritenuti abbastanza comuni, ed in questo senso facemmo rilevare più sopra come i valori che superano la media potessero talvolta toccare una cifra presso che doppia di quella che rappresenta la media stessa, e come, d'altra parte, potesse più spesso accadere di incontrare casi a valori molto diminuiti, sì da aversi esempli di riduzione ad un terzo, ad un quarto od anche ad un quinto della cifra media. Questo rilevammo coi materiali di Parma.

La diminuzione massima può giungere ad un terzo o poco più, onde è da ritenersi che, mentre le varietà individuali delle tiroidi a Parma, per ciò che riguarda il loro peso, tendono piuttosto alla diminuzione, quelle di Milano non rivelano affatto questa tendenza, come pure a Milano più forte è il valore assoluto delle medie in ciascun periodo di età.

In ordine ancora a così fatte variazioni individuali abbiamo voluto poi ricercare se mai queste fossero eventualmente in rapporto colla malattia per la quale venne a morte l'individuo esaminato.

Ciò facemmo ben sapendo come certe condizioni morbose, specialmente nel campo delle malattie infettive, possano influire ad alterare la tiroide: era pertanto naturale indagare se quelle condizioni potessero far variare, in più o in meno, il peso della ghiandola.

Le ricerche fatte in proposito riuscirono completamente negative, tanto coi materiali di Parma, quanto con quelli di Milano.

Coi materiali di Parma infatti trovammo, per es. a segnare i massimi ed i minimi nei varî periodi di età indifferentemente la tubercolosi polmonare, oppure le varie forme infiammatorie dello stesso apparecchio respiratorio.

Due volte segnarono un minimum un caso di endotelioma della pia meninge, ed un'altra un caso di cancro dello stomaco, ed esemplari di maxinum furono offerti da due individui, di cui uno morto per tifoide e l'altro per vizio aortico, ecc.

Altrettanto trovammo ripetuto colle osservazioni fatte a Milano. Anche qui fu trovato la tubercolosi polmonare talora accompagnata da tiroidi che segnavano un minimum di peso e tale altra a ghiandole con un maxinum.

E così pure fu della tifoide e di altre malattie, come quelle del centro circolatorio.

Solo due casi di alterazioni epatiche trovammo legati a pesi minimi, ma non è lecito, per la pochezza dei casi, trarne delle conclusioni, avendo del resto riscontrato fra i minimi un caso di morte violenta per caduta, uno per scottature estese, uno per tumore addominale, ecc.

Ed ora dalle cose esposte ci sia consentito formulare sul peso della ghiandola tiroide nell'uomo le seguenti

Conclusioni generali.

1°. La ghiandola segue nella sua evoluzione una legge costante, secondo la quale il suo peso cresce gradatamente fino ad una certa età, e quindi pure a grado a grado diminuisce fino all'estrema vecchiezza.

2°. La parabola evolutiva però non è eguale nei due sessi, poichè nei maschi il maximum viene raggiunto prima e nelle femmine parecchi anni più tardi, si che nei primi più lunga si manifesta la fase decrescente in confronto di quanto accade nel sesso femminile.

3°. La fase decrescente, ad ogni modo, si compie per gradi, secondo piccole quantità regolari di decennio in decennio.

4°. Alla nascita la tiroide presenta pressochè sempre un peso costante, il qnale si aggira attorno ai due grammi, senza distinzione nè di sesso nè di regione in cui furono raccolte le osservazioni.

5°. Le differenze sessuali si affermano presto con un predominio a favore delle femmine (anzi che nei maschi come risultò al Poincaré ed al Weibgen) nelle quali un maximum, raggiunto più tardi, corrisponde anche ad una cifra in grammi più elevata [1].

6°. Sull'aumento del peso della tiroide non è risultato che eserciti influenza la malattia, per cui l'individuo venne a morire.

7°. Per quanto riguarda il fattore etnico le nostre due serie di osservazioni ci autorizzano ad affermare che nel contado parmigiano la tiroide mantiene, in tutti i periodi delle età che si succedono subito dopo la nascita, un peso sempre inferiore a quello che si è conseguito nel contado milanese.

8°. A Parma si ebbe un maximum di gr. 20.60 (media aritmetica) o di gr. 21.22 (media seriale) nei maschi fra il 16° anno compiuto ed il 36° non compiuto e nelle femmine un altro maximum di gr. 25.70 (media aritmetica) o di gr. 27.28 (media seriale) fra il 46° anno compiuto ed il 56° non compiuto.

A Milano le stesse valutazioni diedero: pei maschi la cifra massima di gr. 44.98 (media aritmetica) o di gr. 44.45 (media seriale) fra il 26° anno compiuto ed il 36°

[1] Anche colle osservazioni avute dall'Istituto Anatomico di Bologna si ripetè la stessa superiorità fra le donne (16 osservazioni) per le quali si ebbe un peso medio di gr. 26,90 in confronto degli uomini (30 osservazioni) la cui media fu di gr. 25.33.

Altrettanto si verificò colle osservazioni di Brescia, essendosi riscontrata per gli uomini (14 osservazioni) una cifra di gr. 47.10 e per le donne (12 osservazioni) quella di gr. 49.20: ma dobbiamo confessare che così non fu coi materiali provenuti dagli Istituti Anatomici di Napoli, di Torino e di Palermo, dai quali si ebbe:

A) Coi materiali di Napoli, pei maschi (22 osservazioni) gr. 33.65 e per le femmine (15 osservazioni) gr. 22.16;

B) Coi materiali di Torino, pei maschi (12 osservazioni) gr. 48.50 e per le femmine (13 osservazioni) gr. 43.96:

C) Coi materiali di Palermo, pei maschi (11 osservazioni) gr. 27.27 e per le femmine (12 osservazioni) gr. 20.87.

non compiuto, e per le femmine quella di g. 46.63 (media aritmetica) o di gr. 46 (media seriale) nel decennio successivo.

La differenza fra le due regioni è per tanto di oltre 20 grammi.

9°. La fase involutiva a Parma riesce a dare nei maschi una cifra estrema (fra i 9 e i 10 grammi), che è inferiore a quella che vi corrisponde nelle femmine (fra 14 e 15 grammi).

Questi stessi fatti non parrebbero verificarsi a Milano, dove la media nell'ultima età delle femmine è alquanto più bassa (29-30 gr.) di quella che si ottiene nei maschi (da 31 a 32 gr.).

10°. Sì a Parma che a Milano dopo la pubertà si verificarono numerosissime le variazioni individuali, le quali però tenderebbero a toccare, più a Parma che a Milano, dei valori molto più bassi, che si discostano grandemente dalla media segnata in ciascun periodo della vita.

11°. A Parma, l'aumento del peso della ghiandola procede regolarmente per piccole quantità uniformi, nè alcuna notevole saltuarietà si manifesta alla pubertà, o in alcun altro periodo della vita.

A Milano si è osservato, tanto nei maschi quanto nelle femmine, un rapido e forte aumento nel peso dell'organo durante il primo quinquennio, aumento che si mantenne abbastanza elevato anche nel quinquennio successivo (specialmente nelle femmine) senza costituire però questo fatto alcun carattere distintivo del periodo pubere.

Considerazioni critiche. — Non v'ha dubbio per noi che le grandi differenze segnate fra le medie date dagli anatomici, debbano dipendere in grande parte dal fattore etnico, di cui nessuno, come dicemmo, si occupò fin qui con ricerche speciali (Vegg. Annotazione 1ª e 3ª).

Anche le osservazioni che ci procurammo da altri territori d'Italia tendono a dare di ciò la piena conferma.

Così, a seconda dei centri più o meno dominati dall'endemia strumosa, trovammo per gli adulti (in ordine decrescente) un peso medio generale di gr. 48,15 a Brescia (26 osservazioni); di gr. 46,08 a Torino (25 osservazioni); di gr. 26 a Bologna (46 osservazioni); di gr. 23,93 a Palermo (23 osservazioni); di gr. 23,06 a Napoli (37 osservazioni); di gr. 15,90 a Cagliari (6 osservazioni); di gr. 14,20 a Firenze (5 osservazioni) (Vegg. Annotazione 2ª).

D'altronde alcuni raffronti colle osservazioni fatte da altri ci mettono in grado di avvalorare sempre più il nostro pensiero.

Il Weibgen, per es., il quale raccolse i suoi materiali di osservazione in un paese dominato dall'endemia strumosa, assegna alla tiroide un maximum di gr. 49.7 senza distinzione di sessi e nel decennio che corre fra il 50° ed il 60° anno di età.

Questa cifra, come si vede, è di pochissimo superiore a quella data da noi per il contado milanese, dove, se volessimo comprendere maschi e femmine (Prospetto 6°), si otterrebbe una media massima di circa gr. 46.

La stessa analogia, quasi perfetta, si è nella cifra, che rappresenta l'estremo grado involutivo, segnato dal Weibgen colla media di gr. 37,8. Anche il Traina, studiando recentemente (1905) le alterazioni anatomo-patologiche della tiroide con ma-

teriali del contado pavese, dove pure è assai diffusa l'endemia strumosa, diede delle cifre medie molto elevate sul peso normale della ghiandola, affermando, come già si disse più sopra, un limite per gli adulti maschi fra 25 e 50 gr. e fra 25 e 60 gr. per le donne: cifre le quali, se possono essere ripetute per il contrado milanese anche secondo le nostre osservazioni, non potrebbero certo rispondere al contado parmigiano.

Il Sappey, che considera compreso il peso medio generale della tiroide nell'adulto fra 22 e 24 gr. avrebbe tenuto conto di quello segnato da noi precisamente a Parma; ma sbaglia quando immediatamento sotto soggiunge... *Meckel elevandolo* (il peso medio) *a 33 gr. e Le Gendre sopra tutto a 50 grammi, l'hanno dunque esagerato*. Sbaglia, ripetiamo, perchè realmente questi autori potrebbero aver fatto le loro osservazioni in paesi a condizioni etniche diverse da quelle del territorio in cui il Sappey faceva le proprie.

Sventuratamente non abbiamo potuto, su questo proposito, desumere alcuna notizia. Solo ci riuscì di accertare che un altro anatomico francese, il Gaudier, il quale fu di quelli che ripetorono la cifra media del Sappey, fece le sue osservazioni a Lilla, pesando dieci ghiandole di adulti, da cui ebbe: 5 volte 23 grammi, 3 volte 24 e 2 volte 25 gr.

Orbene Lilla, che appartiene al dipartimento Nord della Francia, ha fra i suoi abitanti, secondo la Statistica che risulta dall'inchiesta fatta dal d[r]. Baillarger sul gozzo, appena il 2 per mille di gozzuti ([1]).

Sarebbe certamente stato interessante sapere dove anche altri autori trassero i materiali di ricerca, ma ciò non essendoci stato possibile, dobbiamo limitarci ai pochi appunti segnati, i quali, ad ogni modo, contribuiscono ad avvalorare sempre più il nostro concetto.

Di un'altra circostanza ora vogliame dire, richiamando il fatto importante dell'essere la tiroide alla nascita pressochè nelle identiche condizioni (per ciò che riguarda il peso) a Parma ed a Milano.

Noi considerammo per neonati i feti a termine di sviluppo, nati vivi, e che tutt'al più non oltrepassarono i cinque giorni della vita autonoma.

L'identità del peso che si riscontra a Parma ed a Milano in queste condizioni, deve certamente colpire la nostra attenzione, poichè è da ritenersi che fin qui l'ambiente non abbia ancora esercitata la sua azione sulla ghiandola tiroide, la quale solo dopo va via via guadagnando le note specifiche etniche di età, di sesso etc.

Durante la vita intrauterina, la tiroide, adunque, parrebbe sottrarsi a queste influenze, e, quasi diremmo anche a quella ereditaria, secondo la quale sarebbe naturale ritenere che già, fin da principio, la tiroide possa presentare qualche differenza di peso a seconda delle regioni.

Non insistiamo di più sopra questo punto, perchè le osservazioni possono parere troppo scarse per stabilire delle leggi generali: presentammo i fatti, affermando e di-

([1]) Sono presso che le medesime condizioni, che, secondo la stessa statistica, si ripetono per il dipartimento della Senna (22 p. 1000), donde (Parigi) è da presumersi abbia il Sappey ricavate le proprie osservazioni.

chiarando (ripetiamo) che tanto a Parma quanto a Milano, la tiroide dei neonati si trova in identiche condizioni di peso, colle cifre già esposte più sopra:

A Parma, nei maschi gr. 1,83 e nelle femmine gr. 1,81.

A Milano, nei maschi gr. 1,71 e nelle femmine gr. 1,75.

Ulteriori materiali su più vasta scala potrebbero forse modificare queste conclusioni, ma bisognerà ad ogni modo prendere (s'intende) in esame individui, quali noi considerammo, cioè in buone condizioni di maturità, e non oltre i cinque giorni di vita.

Ora tuttavia, malgrado le nostre doverose riserve non possiamo a meno di far presenti tre osservazioni su neonati dei primi giorni, avuti dall'Istituto Anatomico di Palermo col peso della tiroide di gr. 2 (media), ed altre 14, che ci provennero dall'Istituto Anatomico di Firenze (1).

Da queste ultime ottenemmo una cifra media generale, rappresentata da gr. 1,77 con cifre parziali varianti da gr. 1 (4 casi) a gr. 1,50 (3 casi) a gr. 1,60 e 1,70 (2 casi) a gr. 2 (3 casi) a gr. 3 (1 caso).

E d'altra parte vogliamo ricordare ancora qui alcuni altri dati, di sopra esposti, come risultano da diversi autori.

Ricordammo già che il Sappey ed il Gaudier segnarono per la tiroide di neonato la cifra di gr. 2, e che questa è press'a poco quella comunemente accettata dagli anatomici (2).

Potremmo aggiungere le osservazioni del Schönemann sopra sei casi in cui il peso della tiroide si aggira attorno alla medesima media ed i quali (al dire del Comte) sarebbero stati raccolti *in un paese dove le alterazioni del corpo tiroide non sono rare:* ma sopra tutto ci preme di richiamare le osservazioni del Perrando che collo studio dei suoi materiali del contado di Sassari, dove invece l'endemia strumosa è presso che ignota, fu indotto a concludere egualmente (pag. 14) che *nei feti a termine che hanno goduto per qualche giorno (1-6 giorni) vita autonoma, il peso della tiroide più stabilmente tende ad orientarsi intorno ai due grammi.*

Un ultimo caso, finalmente, di *feto maschio a termine bene sviluppato*, avuto dalla stessa Sardegna (Cagliari) per gentilezza del prof. P. Guizzetti, ci ha dato egualmente un peso di gr. 2,100 (3).

(1) Nella provincia di Firenze la percentuale dei gozzuti sale via via che dalla pianura si procede verso i monti. Dal circondario di Pistoia, infatti, che offre il 0,05 p. °/₀ si va al 0,10 di quello di S. Miniato (fra i colli), indi al 0,20 di quello di Firenze, che corrisponde ai monti limitrofi alla città, per assistere all'1,20 del circondario di Rocca S. Casciano, che è tutto sull'alto Appennino.

Così le varie cifre dei circondarî della provincia di Firenze si estendono dalle basse percentuali simili a quella di Parma fino a quelle abbastanza alte del circondario di Milano.

(2) Non possiamo convenire col Perrando, che, *secondo i più*, la ghiandola del *neonato* presenti 1/400 — 1/500 *del peso del corpo*, perchè come egli stesso ammette, ciò condurebbe ad attribuire un peso della tiroide di 6-7 grammi *per un feto di tre chilogrammi*, la quale cifra è senz'altro molto esagerata.

(3) La Sardegna è, rispetto all'endemia strumosa, uno dei territorî d'Italia meno colpiti, poichè, dalle nostre ricerche, risulta che, sopra un complesso di 88,506 *visitati*, solo 59 erano affetti da gozzo, e perciò nella proporzione del 0,066 °/₀ (66 su 100,000).

Non abbiamo bisogno di far rilevare tutta l'importanza di questi dati, i quali, se confermati, verrebbero ad aggiungersi ai nostri in appoggio ai corollarî enunciati.

S'avrebbero insieme, pertanto, varie regioni diversamente colpite dall'endemia strumosa (Milano, Parma, Firenze, Sassari, Cagliari, Palermo), nelle quali il peso medio della tiroide nei neonati corrisponde sempre presso che alla medesima cifra [1].

Soltanto due autori, a quello che ci risulta, si scosterebbero molto da questo accordo: il Vierordt, che avrebbe precisato per la tiroide dei neonati maschi gr. 4,85 e per le femmine gr. 0,75; ed il Weibgen, il quale, sulla fede di una sola osservazione, avrebbe segnato la cifra di gr. 6, mentre più avanti, *in un nato da un mese* trovò gr. 3,6; in due coll'età *di 2 a 6 mesi* riconobbe il peso di gr. 2 e 3 e per cinque esemplari di individui fra il *7° ed il 12° mese* registrò per la tiroide un peso medio di gr. 3,28.

I pochi casi di gozzo vi si trovano inoltre abbastanza uniformemente sparsi nei varî circondarî; però se qualche differenza sussiste, questa riguarda una minore percentuale di riformati per gozzo a Sassari in confronto di Cagliari. Infatti mentre Sassari presenta il 0,02 °/₀ (2 gozzuti su 10,000 visitati) la percentuale di Cagliari si eleva alquanto, di modo che su 10,000 visitati si avrebbero 15 gozzuti.

La proporzione, ad ogni modo, è sempre esigua, e di questo volle cortesemente darci la riprova lo stesso prof. Guizzetti collo scriverci che durante il suo insegnamento a Cagliari, *su 215 cadaveri che capitarono al tavolo anatomico,* non trovò che *un solo strumo piccolo anch'esso,* che fu conservato per il museo.

[1] Ricordammo già separatamente le condizioni di Milano, di Parma, di Firenze e della Sardegna.

Ora è opportuno notare qui che la Sicilia si presenta presso che come la Sardegna, poichè da un computo analogo fatto per quest'ultima isola, trovammo, sopra 336498 visitati, solo 280 giovani riformati per gozzo, avendosi così una percentuale molto bassa di 0,033 (83 gozzuti sopra 100,000 visitati).

Devesi però osservare che, a differenza della Sardegna, qui la distribuzione dell'endemia è più saltuaria, verificandosi le cifre più alte lungo il litorale nord, e massime in quella parte che è più prossima al continente, quasi a denotare la vicinanza dell'Etna.

Quivi, infatti, si nota la percentuale più forte di tutta la Sicilia, che è quella del 0,49 spettante a Mistretta, seguìta dal 0,40 di Cefalù, dal 0,29 di Patti, dal 0,27 di Messina, e, a relativa distanza, dal 0,16 di Castroreale.

Se si eccettui il 0,20 di Corleone, situato nell'altra metà della Sicilia, tutte le rimanenti cifre sono molto più basse, e, tranne Nicosia che presenta il 0,11, tutti hanno delle percentuali inferiori al 0,10; specialmente in alcuni circondari, i quali scendono alle cifre bassissime del 0,02 e 0,01, e in alcuni altri che mancano assolutamente di gozzo.

Questo decremento estremo si trova specialmente lungo il litorale nord dell'isola, da cui si eleva però subito quando dal sud si passa al nord; talchè, dal 0 di Trapani e di Alcamo, si sale al 0,04 di Palermo e ai valori massimi di Mistretta e Cefalù.

Le cifre della Sicilia si avvicinano, pertanto, a quelle di Parma; esse si estendono da 0,49, corrispondente a 10 gozzuti circa su 2000 individui (Mistretta), alla mancanza assoluta del gozzo (Trapani, ecc.).

Fra questi due estremi vi sono tutti i valori intermedî, salendosi dall'1 su 10,000 di Girgenti, al 5 per 10,000 di Siracusa, all'11 pure per 10,000 di Nicosia e al 29 (sempre nelle stesse proporzioni) di Patti.

È notevole la circostanza che tre dei quattro circondarî in cui il gozzo manca totalmente, formano un territorio bagnato da due parti dal mare, il qual fatto si ripete nella provincia di Lecce.

Volemmo ricordati anche questi fatti, perchè, pure ammettendo che rispondano al vero, ci sembra che non possano rappresentare che eventualità eccezionali, e se non fosse così, dalle cifre del Weibgen, poi, bisognerebbe argomentare che la tiroide diminuisce di peso *anche in via assoluta*, durante il primo anno di vita, la qual cosa devesi assolutamente escludere.

II.

Del Peso specifico.

Preliminari. — Di questo argomento nessun autore, per quanto a noi consta, si è occupato, tranne W. Krause nel 1879, il quale alla ghiandola tiroide assegnò un peso specifico variante fra 1,0361 e 1,0655 ed al suo parenchima (Substans) quello medio di 1,0453 compreso fra 1,0428 e 1,0478.

Il Vierordt (1893) riprodusse integralmente queste cifre; ma nè l'uno nè l'altro dei due osservatori aggiunse di più per dichiarare in base a quali e quante ricerche fossero dedotti i numeri esposti, e con quale metodo il computo venisse fatto (¹).

Di fronte a tali lacune ed al silenzio che serbano tutti gli anatomici in generale, era necessario istituire delle indagini nuove, come altri già fece per i principali visceri dell'economia, in considerazione sopra tutto della non poca importanza funzionale oggi attribuita alle tiroidi e dell'importanza per sè stessa di un dato, che è coefficiente necessario a determinare, insieme col peso, in modo preciso il volume di un corpo.

Diciamo subito che, per questa ricerca, traemmo partito da 165 esemplari di tiroide da noi ritenuti normali, e tolti in parte dai materiali del contado di Parma, ed in parte da quelli del contado di Milano.

I primi sommano a 76 (38 di maschi e 38 di femmine); gli altri ad 89 (41 di maschi e 48 di femmine), le quali quantità ci sembrano sufficienti a fornire sul peso specifico della tiroide dei dati abbastanza precisi (veggasi i sei prospetti 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 14° allegati in fine del presente capitolo).

Non abbiamo bisogno di dire che, anche per questo argomento, ci chiedemmo prima di tutto se mai fosse possibile stabilire delle differenze etniche, oltre che sessuali, e di età, o comunque d'altra specie.

Come per tutte le osservazioni fatte, anche per queste tenemmo conto, dove ci fu consentito, della malattia per cui l'individuo preso in esame venne a morte, e, per tale rispetto, vedremo come si possano formulare alcune deduzioni, che a noi sembrano non prive di interesse scientifico.

Ma prima di dar ragione dei nostri risultati, è doveroso esporre il metodo seguìto nelle ricerche e che noi dobbiamo ai cortesi ammaestramenti dell'egregio professore Aristide Fiorentini, che qui pubblicamente ringraziamo.

(¹) Troviamo nella monografia del Moriggia ricordato un peso specifico di 0,04 attribuito *alla materia colloidea della ghiandola*; ma di questi come di altri dati speciali e parziali non possiamo qui, per lo scopo nostro, tenere alcun conto.

Ecco adunque come procedemmo:

Ci servimmo di una bilancia comune sensibile al milligrammo, adattata anche a bilancia idrostatica, cioè col fermo orizzontale rialzabile e coi ganci appesi ai piattelli.

Occorsero, inoltre un vasetto di *vetro sottile*, dell'olio di vasellina a peso specifico noto, alcuni fili semplici di bozzolo, un termometro e del ghiaccio.

Così predisposti l'istrumento ed i pochi materiali accessorî, si versa anzi tutto dell'olio di vasellina nel vasetto di vetro fino a riempirlo per poco più della metà; poscia si pesa insieme e l'uno e l'altro, e del peso complessivo si tiene nota precisa.

Ciò fatto, si passa un filo semplice di bozzolo sotto l'istmo della ghiandola tiroide, appena tolta dal cadavere, facendo in modo che essa sia legata al disopra dell'istmo e che il capo del filo, lasciato libero per circa 5 centimetri, sia annodato in guisa da formare un occhiello.

Si introduce allora la ghiandola nel vasetto sommergendola nell'olio di vasellina, ma coll'avvertenza che l'occhiello del filo rimanga tutto fuori del recipiente, nè menomamente si bagni. Si fa poi la pesatura coll'aggiunta della tiroide, ed evidentemente la differenza che passa fra la prima e la seconda pesata dovrà rappresentare il *peso* della ghiandola.

Si toglie ora e il vasetto e ogni altro peso dalla bilancia, ed innalzato il suo fermo orizzontale, la si fa funzionare come bilancia idrostatica. Per far ciò, si mette il vasetto contenente l'olio colla tiroide sotto uno dei piattelli, e, dopo avere tutto attorno al vasetto stesso — in un qualunque altro vaso più largo — messo del ghiaccio per condurre l'olio alla temperatura di zero (a fine di poterla raffrontare col peso specifico dell'olio, preso, come di consueto, a 0′), si appende la tiroide, per mezzo dell'occhiello fatto nel filo di bozzolo sospensore, all'uncino del piattello della bilancia, innalzando od abbassando questa in modo da lasciare la tiroide tutta sospesa nel liquido.

La bilancia penderà da questa parte: i pesi che si dovranno mettere nell'altro piattello per ristabilire l'equilibrio, ci indicheranno il *peso della tiroide sospesa*, *o peso apparente* che indicheremo con Pa.

Arrivati a questo punto, nessun'altra operazione si fa più colla bilancia: giacchè i dati che abbiamo raccolti ci bastano per *determinare il peso specifico della ghiandola.*

Anzitutto, essendo, come è noto, il *peso specifico* di ogni corpo eguale al peso diviso pel suo volume, chiamando $ps.t$ il peso specifico medio della tiroide, P il suo peso, e V il suo volume, si avrà che $ps.t = \frac{P}{V}$.

Di questi due valori, uno, P, è già noto: resta a conoscere V.

Orbene, siccome il peso di un corpo immerso in un liquido diminuisce (subisce una spinta) di tanto di quanto è il peso di un ugual volume del liquido, la spinta subita dalla ghiandola nell'olio sarà uguale a $P - Pa$.

Questo valore $P - Pa$ ci rappresenterà quindi il peso di un volume di olio uguale a quello della ghiandola. Orbene essendo nota la formola generale $V = \frac{P}{ps.t}$

nel caso nostro si avrà

$$V = \frac{P - Pa}{ps.o}$$

essendo $ps.o$ il peso specifico dell'olio, che già conosciamo.

Sostituendo ora, nella formola prima, a V il suo valore, si avrà

$$ps.t = \frac{P}{\frac{P.Pa}{ps.o}} \quad \text{e cioè} \quad ps.t = \frac{P.ps.o}{P.Pa}.$$

Si ha cioè il *peso specifico della tiroide moltiplicandone il suo peso per il peso specifico dell'olio di vasellina, in cui è stata immersa, ed indi dividendo il valore così ottenuto per la spinta subita nell'olio, cioè pel peso di un ugual volume di olio spostato.*

Per le operazioni ora descritte, fu scelto *l'olio di vaselina*, perchè non scioglie e non trattiene nè il sangue, nè la colloide, nè alcun altro liquido che potesse uscire dalla ghiandola; e, d'altra parte, di esso non si imbeve affatto la tiroide: di modo che questa viene quasi a trovarsi in un manicotto isolatore, nel quale però subisce tutte le leggi fisiche, su cui si fonda la determinazione del peso specifico di ogni solido. E ciò venne confermato dal fatto che l'olio di vaselina, sottoposto di nuovo, *dopo l'uso*, alla determinazione del suo peso specifico, ci ha sempre dato un valore identico a quello precedentemente trovato.

Con l'uso dell'olio di vaselina e *non dovendosi mai da esso estrarre la ghiandola* durante tutto il corso dell'operazione, viene poi evitata un'altra causa di errore, vogliam dire la evaporazione dell'organo, la quale porterebbe, nei calcoli, errori assai rilevanti, a causa del conseguente essicamento a cui l'organo si espone. Esperienze da noi fatte in proposito ci hanno dimostrato che basta un quarto d'ora di esposizione all'aria (in un ambiente dove esistevano 10′ di temperatura), perchè la tiroide, estratta appena dal cadavere, perda un decimo del suo peso: è evidente che una così fatta circostanza non è certo trascurabile.

Alcune precauzioni poi sono necessarie, che qui amiamo brevemente ricordare.

Innanzi tutto è di grande importanza che il vaso di vetro sia ben pulito e, più di ogni altra cosa, che sia ben asciutto, perchè non si alteri il peso specifico dell'olio, già precedentemente trovato. Per ottenere ciò, sarà utilissimo far scorrere un getto d'aria calda nell'interno di esso. Ma anche senza di questo basta una buona pulitura con un *pannolino finissimo e molto liscio riscaldato*: diciamo *finissimo e molto liscio*, perchè, se ciò non fosse, è facile lasciare nell'interno del vaso dei minuzzoli di sostanza che altererebbero le operazioni.

Il vaso poi deve essere sottile, perchè, attorniato da ghiaccio, non abbia a rompersi e lasci più facilmente raffreddare il liquido.

Per appendere la tiroide abbiamo fatto uso di *filo semplice di bozzolo*, essendo esso leggerissimo, tanto che il suo peso può essere trascurato; però bisogna badare che non si imbeva d'olio, perchè altrimenti questo si può spandere esternamente.

Di più nella seconda pesata occorre che la tiroide, pur trovandosi *tutta* immersa

nell'olio sia appena appena affiorata dal liquido, perchè in tal modo solo pochissimo filo si troverà immerso, di guisa che i risultati dell'operazione saranno sempre più rigorosi.

Naturalmente, poi, il vaso di vetro deve essere di tale capacità da contenere comodamente una tiroide normale, in modo da evitare che questa tocchi le pareti del recipiente: e l'olio deve essere in quantità tale, che la tiroide, immersa tutta, possa restarvi sospesa senza toccare il fondo.

Siccome però nel volume della ghiandola si hanno variazioni notevoli, così sarà bene avere due o più recipienti adatti a varie grandezze. Per la stessa ragione giova un espediente suggeritoci dall'esperienza: piegare cioè la tiroide su sè stessa in modo che le facce interne dei due lobi combacino insieme.

Bisogna però badare che fra esse non restino incluse delle bolle d'aria, le quali, se mai, potranno essere levate toccandole con una bacchettina di vetro bene asciutta e pulita.

Per la esattezza poi delle pesate, occorre sempre, prima di ogni cosa, verificare se i bracci della bilancia siano uguali: la qual cosa si ottiene invertendo fra di loro i pesi e l'oggetto che si vuol pesare. Del resto, appunto per togliere ogni e qualsiasi causa di errore che potrebbe derivare dal fatto del non essere i bracci perfettamente uguali, è sempre bene, appena si è fatta la prima pesata, aggiungere a ciascuno dei due piattelli della bilancia la stessa quantità di pesi, superiori a quello che si può credere debba avere la ghiandola, ed, introdotta questa, levare dal piattello che la sostiene tanti pesi quanti bastano per ristabilire l'equilibrio. Questi ci daranno, evidentemente, il peso della tiroide, indipendentemente dai bracci della bilancia.

Altre non meno importanti avvertenze sono quelle di evitare assolutamente che anche minime particelle di ghiaccio cadano nell'olio, e di precisare bene la temperatura di zero, alla quale soltanto si opererà la pesata della tiroide nell'olio.

In fine il termometro con cui si fa questa determinazione, o deve essere lo stesso che si è adoperato per la determinazione del peso specifico dell'olio, o deve essere con questo raffrontato e, ove occorra, corretto.

Riferiamo ora senz'altro i risultati avuti colla doppia serie delle indagini fatte.

Ricerche originali.

A). — *Osservazioni fatte con materiali della città o della provincia di Parma.*

Eliminati dal numero totale delle osservazioni (quali figurano nei prospetti 13° e 14° del capitolo seguente) certi casi nei quali non fu possibile segnare la malattia per cui venne a morte l'individuo, e quelli di malattie infettive sì acute che croniche (tubercolosi polmonare, tifoide, difterite) che dovremo prendere in considerazione a parte più avanti, la prima constatazione generale fu quella di un peso specifico medio: pei maschi (19 osservazioni) di 1,182, e per le femmine (19 osservazioni) di 1,164 come dal prospetto che segue.

La media — quindi — generale è di 1,173.

Prospetto 7°. — *Peso specifico della ghiandola tiroide nei due sessi e nelle varie età.* — *Parma* (Eliminati tutti i casi di tubercolosi polmonare, tifoide e difterite) [1].

N°. d'ordine	MASCHI			N°. d'ordine	FEMMINE		
	Età	Ultima malattia	Peso specifico		Età	Ultima malattia	Peso specifico
1	Feto a termine	(Craniectomia)	1,119	1	1 mese	Enterite e polmonite	1,191
2	2 mesi	Enterite	1,109	2	4 mesi	id.	1,189
3	1 anno	Bronco-polmonite	1,080	3	1 anno	Bronco-polmonite	1,120
4	»	id.	1,199	4	id.	» e nefrite	1,080
5	3 anni e ½	id.	1,200	5	16 anni	Vizio aortico-polmonite destra	1,219
6	18 anni	Polmonite destra	1,241	6	33 »	Empiema	1,290
7	27 »	Peritonite stercoracea	1,194	7	41 »	Anemia puerperale	1,291
8	37 »	Polmonite doppia	1,321	8	41 »	Polmonite destra	1,201
9	38 »	Tiflite con ascesso peritoneale	1,229	9	44 »	Carcinoma pancreas e fegato	1,119
10	48 »	Carcinoma rettovescicale	1,241	10	49 »	Meningite purulenta	1,201
11	42 »	Annegamento	1,149	11	51 »	Vizio aortico	1,191
12	53 »	Carcinoma stomaco	1,140	12	60 »	Polmonite sinistra	1,110
13	57 »	Apoplessia cerebrale	1,192	13	60 »	Apoplessia cerebrale	1,119
14	63 »	Bronchite capillare	1,111	14	72 »	Enterite cronica: rammollimento cerebrale	1,181
15	66 »	Bronco-polmonite in soggetto apoplettico	1,220	15	76 »	Carcinoma epatico	1,121
16	70 »	Bronco-polmonite destra	1,310	16	76 »	Polmonite destra in soggetto ateromasico	1,191
17	76 »	Enterite pellagrosa	1,100	17	78 »	Enterocolite. Insufficenza mitralica	1,160
18	75 »	Rammollimento cerebrale	1,211	18	83 »	Apoplessia cerebrale	1,091
19	85 »	Ateromasia diffusa	1,107	19	85 »	id.	1,066
	Media generale per i *Maschi*		*1,182*		Media generale per le *Femmine* . .		*1,164*

Il maximum fu di 1,321 per i maschi in un individuo morto di polmonite doppia coll'età di 37 anni, e, per le femmine, di 1,291 in una donna di anni 41, morta per anemia puerperale.

Il minimum discese a 1,080 nei primi in un bambino di un anno, morto di bronco-polmonite, e a 1,066 in una donna di anni 85, morta di apoplessia cerebrale.

Dai valori medi, parrebbe, adunque, che il peso specifico della tiroide si mantenga pressochè identico nei due sessi, quando non si voglia attribuire significato alla cifra trovata nei maschi di 1,182, che è leggermente superiore all'altra di 1,164.

[1] Le cause di morte sono quelle che ci risultarono dal *foglietto necroscopico*.

Un maggiore e più spiccato argomento di differenza ci diedero, invece, i numeri parziali per ciò che riguarda le varie età (veggansi i prospetti 13° e 14°).

E qui ci parve che in generale le quantità più elevate delle medie si riscontrassero prevalentemente attorno ai periodi dell'età matura, fino verso i 50 od i 60 anni, e ciò in entrambi i sessi; ma per la pochezza delle osservazioni non ci è consentito insistere di più sul proposito.

Certo che fra i nati da pochi giorni e fino ad un anno o poco oltre si verificarono in predominio cifre relativamente basse, come basse furono quelle dell'estrema età; ma, ripetiamo, nulla di concludente in via assoluta è possibile affermare, tanto più che non pochi fatti potrebbero essere invocati per dar ragione delle differenze singole.

Fra questi fattori va annoverato il genere *della malattia* per cui l'individuo cessò di vivere.

Già, in proposito facemmo più sopra delle riserve per certe malattie speciali infettive, di cui parlammo a parte; ma oltre a queste, non possiamo escludere che anche altre esercitino la loro influenza sopra le variazioni del peso specifico.

Senza entrare in ulteriori apprezzamenti, vogliamo intanto presentare qui sotto specificamente, sì nei maschi che nelle femmine, i casi in cui si verificò un peso specifico *superiore* alla media, accompagnati dalla dichiarazione dell'ultima malattia dell'individuo e della sua età.

MASCHI (Essendo il peso specifico medio di 1,182)			FEMMINE (Essendo il peso specifico medio di 1,164)		
Età	Ultima malattia	Peso specifico	Età	Ultima matattia	Peso specifico
3 anni e ½	Bronco-polmonite	1,200	1 mese	Enterite con polmonite	1,191
18 anni	Polmonite destra	1,241	4 mesi	» » »	1,189
27 »	Peritonite stercoracea	1,194	16 anni	Vizio aortico e polmonite destra	1,219
37 »	Polmonite doppia	1.321	33 »	Empiema	1,290
38 »	Tiflite con ascesso perit.	1,229	41 »	Anemia puerperale	1,291
48 »	Carcinoma retto viscer.	1,241	41 »	Polmonite destra	1,201
57 »	Apoplessia cerebrale	1,192	49 »	Meningite purulenta	1,201
66 »	Bronco-polm. in apoplet.	1,220	51 »	Vizio aortico	1,191
70 »	Bronco-polmonite destra	1,310	72 »	Enterite cronica con rammollimento cerebrale	1,181
75 »	Rammollimento cerebrale	1,211	76 »	Polmonite destra	1,191

Come già si disse più sopra, un caso di *polmonite doppia* ed uno di *anemia puerperale* hanno potuto dare il maximum rispettivamente nei maschi e nelle femmine, ed un altro di *bronco-polmonite* (fra gli uomini) e di *empiema* (fra le donne)

seguirono immediatamente, palesando tutti delle forme morbose, che potrebbero assegnarsi alle malattie infettive.

E tali ancora tutte le altre forme di *bronco-polmonite*, di *peritonite* stercoracea, di *tiflite con ascesso peritoneale*, di *meningite purulenta* ecc., onde il riserbo nostro sulle differenze di peso specifico della tiroide nelle varie malattie è più che mai giustificato.

Ed ora passiamo a dire dei casi di peso specifico molto elevato, nei quali le malattie infettive devono avere certo esercitato la loro influenza.

Allndiamo in modo speciale alla *tubercolosi polmonare* ed alla *tifoide*.

Il piccolo quadro, che qui aggiungiamo, vale alla dimostrazione.

Casi di tubercolosi polmonare.

MASCHI		FEMMINE	
Età	Peso specifico	Età	Peso specifico
9 anni	1,328	13 anni	1,311
9 »	1,299	26 »	1,321
16 »	1,321	26 »	1,341
24 »	1,291	26 »	1,299
68 »	1,311	29 »	1,292
69 »	1,440		
	Media 1,331		Media 1,312

Casi di tifoide

9 anni	1,350	7 anni	1,299
10 »	1,280	12 »	1,384
	Media 1,311		Media 1,341

In nessuno di questi 15 casi (11 di tubercolosi polmonare e 4 di tifoide) si trovò una cifra di peso specifico che non fosse almeno molto prossima a 1,300, e perciò sempre grandemente distante dalle medie segnate in ciascuno dei due sessi.

La massima parte invece superò questa cifra (8 casi) salendo fino a 1,440 (un caso) con una media generale quasi identica fra maschi e femmine e nelle due malattie, variante fra i 1,312 e 1,341. Questi fatti ci sembrano molto importanti, perchè qui devesi assolutamente escludere qualsiasi altra influenza di età o di sesso.

Nel prospetto precedente, dove sono raccolte le osservazioni a peso specifico più elevato della media colle malattie relative (escluse però la tubercolosi polmonare e la tifoide) trovammo qualche cosa che può essere, in quanto a valore di cifre, identificato a quelli che stiamo ora prendendo in esame, nei quali la cifra minima è di 1,280.

E sarebbe la polmonite doppia (con 1,321), la bronco-polmonite destra (con 1,310), l'empiema (con (1,290) e l'anemia puerperale (con 1,291); ma facemmo però sentire

come si potesse anche per questi invocare un agente infettivo particolare capace di spiegare il fatto del peso specifico più alto, conforme alla malattia per cui l'individuo morì.

I fatti relativi alla tubercolosi polmonare ed alla tifoide si aggiungerebbero ora a corroborare la supposizione.

In altri casi di malattie infettive avemmo pure l'opportunità di determinare il peso specifico della tiroide; ma dobbiamo subito dire che le cifre ottenute furono molto varie.

Così in cinque individui morti di difterite (agente tossico) (tre maschi e due femmine) avemmo i seguenti risultati:

Nei tre maschi (uno di un anno e $\frac{1}{2}$ e due di due anni) la tiroide aveva un peso specifico nel primo di 1,170, e negli altri due si ebbero le cifre di 1,321 e di 1,119.

Nelle due femmine (di due anni l'una e di 5 l'altra) il calcolo segnò per la prima 1,219 e per la seconda 1,160.

Finalmente un caso di *ittero infettivo* (in donna d'anni 25) ci diede il peso specifico di 1,331.

Stabilita così l'influenza, che almeno certe malattie infettive (a processo cronico od acuto) devono, secondo noi, sicuramente esercitare sull'aumento del peso specifico della ghiandola tiroide, ci siamo da ultimo anche domandati se tutto ciò potesse essere in armonia con variazioni eventuali fisse anche nel *peso* dell'organo; ma le nostre ricerche in proposito riuscirono completamente negative.

Lo stesso fatto, in genere, rilevammo in tutte le nostre osservazioni, e non fu contraddetto da queste, su cui fermammo l'attenzione in modo speciale.

I medesimi risultati si ripeterono nei quattro casi di tifoide, ed in tutti gli altri, che pur registrammo (difterite, ittero infettivo): onde non occorre insistere di più.

B) — *Osservazioni fatte con materiali della città o della provincia di Milano.*

Alle osservazioni fatte con materiali raccolti nel contado parmigiano devono seguire ora quelle eseguite nel contado milanese, le quali tornarono tanto più necessarie in quanto, come dimostrammo, molto diverso deve ritenersi il peso della tiroide nelle due ragioni.

Esporremo i fatti nello stesso ordine con cui li abbiamo riferiti più sopra, non avendo bisogno di dichiarare che seguimmo le medesime norme che ci valsero fin qui.

Dagli 89 casi (41 di maschi e 48 di femmine) (veggasi i prospetti 19° e 20°) togliemmo per un primo computo generico quelli che non sono seguiti dalla malattia, e quelli che si riferivano ad individui morti di tubercolosi polmonare, di tifoide o di difterite, e con un materiale complessivo di 22 osservazioni per gli uomini e di 27 per le donne, ottenemmo una prima media, che, nei maschi, segnò un peso specifico della tiroide di 1,278, e nelle femmine, di 1,210; media generale: 1,244.

Il prospetto 8° che segue ne dà la dimostrazione.

PROSPETTO 8°. — *Peso specifico della ghiandola tiroide nei due sessi e nelle varie età. — Milano —* (Eliminati i casi di tubercolosi polmonare, tifoide e difterite).

N°. d'ordine	MASCHI			N°. d'ordine	FEMMINE		
	Età	Ultima malattia	Peso specifico		Età	Ultima malattia	Peso specifico
1	1 mese e ½	Bronco-polmonite	1,190	1	3 mesi	Enterite	1,200
2	2 mesi	Enterite	1,180	2	9 »	Bronco-polmonite	1,072
3	id.	»	1,140	3	3 anni	Appendicite	1,180
4	2 anni	»	1,120	4	10 »	Bronco-polmonite	1,070
5	24 »	Frattura base del cranio	1,419	5	24 »	Anemia grave	1,220
6	30 »	Tumore cerebrale	1,600	6	29 »	Emoraggia post-partum	1,281
7	29 »	Cirrosi epatica	1,560	7	35 »	Polmonite destra	1,260
8	44 »	Carcinoma pilorico	1,299	8	37 »	Empiema destro	1,299
9	45 »	Occlusione intestinale	1,210	9	40 »	Carcinoma uterino	1,299
10	47 »	Bronco-polmonite destra	1,300	10	40 »	Carcinoma gastrico	1,199
11	51 »	Ferita cranio da caduta	1.310	11	42 »	Pleurite destra	1,325
12	58 »	Emoraggia cerebrale	1,291	12	42 »	Congestione cerebrale da caduta	1,225
13	60-70 anni?	id.	1,351	13	50 »	Vizio aortico e mitralico	1,350
14	62 anni	Bronco-polmonite	1,364	14	59 »	Enfisema	1,281
15	64 »	Nefrite cronica	1,199	15	62 »	Nefrite cronica	1,221
16	70 »	Emoraggia cerebrale	1,370	16	64 »	Ascesso polmonare	1,219
17	71 »	Carcinoma pilorico	1,361	17	65 »	Morte violenta da caduta	1,190
18	72 »	Carcinoma ventricolo	1,270	18	65 »	Carcinoma epatico	1,370
19	74 »	Cistite-Pielite	1,180	19	67 »	Apoplessia cerebrale	1,211
20	75 »	Insufficienza aortica	1,080	20	70 »	id.	1,180
21	80 »	Bronchite cronica	1,202	21	71 »	Rammollimento cerebrale	1,180
22	94 »	id.	1,104	22	71 »	Senilità	1,113
				23	71 »	Miocardite	1,210
				24	72 »	Emoraggia cerebrale	1,111
				25	81 »	Enfisema polmonare	1,180
				26	88 »	Emoraggia cerebrale	1,103
				27	89 »	Miocardite	1,129
	Media generale per i *Maschi*		*1,278*		Media generale per le *Femmine* . .		*1,210*

Traemmo, come si vede, le medie da cifre molto dispari fra loro, varianti negli uomini fra un maximum di 1,600 (individuo di anni 30, morto per *tumore cerebrale)* ed un minimum dl 1,104 (vecchio di 94 anni, morto di *bronchite cronica*) e, nelle donne, fra un maximum di 1,370 (vecchia d'anni 65, morta di *carcinoma epatico*) ed un minimum di 1,070 (bambina di 10 anni, morta di *bronco-polmonite*).

Il concetto di una certa quale superiorità di peso specifico nei maschi in confronto dell'altro sesso, verrebbe confermato, se non fosse anche qui troppo scarsa la misura differenziale per stabilire una legge generale, sì che piuttosto parrebbe da ritenersi, anche coi materiali di Milano, il peso specifico della tiroide pressochè eguale nei due sessi (compreso fra 1,200 e 1,300).

Per ciò che riguarda le età rilevammo, come più sopra, ricorrere in generale le cifre minori nelle età estreme; e le maggiori dal 24° anno in avanti fino ad oltre il 60°, e questo in entrambi i sessi; ma pure qui dobbiamo riconoscere che lo scarso numero delle osservazioni da un lato e l'incertezza che altri fattori possano spiegare le differenze dall'altro, non ci autorizzano a stabilire una legge assoluta.

Lo specchio seguente, in cui vennero segnati tutti i casi di peso specifico della tiroide *superiore* alla media, valga ad ogni modo, a rendere conto delle nostre ricerche anche in questo ordine di idee, in conformità a quanto facemmo più sopra per le osservazioni eseguite nel contado parmigiano.

MASCHI (Essendo il peso specifico medio di 1.278)			FEMMINE (Essendo il peso specifico medio di 1,210)		
Età	Ultima malattia	Peso specifico	Età	Ultima malattia	Peso specifico
24 anni	Frattura della base cranica	1,419	24 anni	Anemia grave	1,220
30 »	Tumore cerebrale	1,600	29 »	Emoraggia post-partum	1,281
39 »	Cirrosi epatica	1,560	35 »	Polmonite destra	1,260
44 »	Carcinoma pilorico	1,299	37 »	Empiema destro	1,299
47 »	Bronco-polmonite destra	1,300	40 »	Carcinoma uterino	1,299
51 »	Ferita del cranio da caduta	1,310	42 »	Pleurite destra	1,325
58 »	Emoraggia cerebrale	1,291	42 »	Congestione cerebr. da caduta	1,225
60-70 anni?	Id.	1,351	50 »	Vizio aortico e mitralico	1,350
62 anni	Bronco-polmonite	1,364	59 »	Enfisema	1,281
70 »	Emoraggia cerebrale	1,370	62 »	Nefrite cronica	1,221
71 »	Carcinoma pilorico	1,361	64 »	Ascesso polmonare	1,219
			65 »	Carcinoma epatico	1,370
			67 »	Apoplessia cerebrale	1,211

Questo specchio mentre dimostra da un lato il contingente dato alle cifre superiori alla media dalle età oltre il completo sviluppo, dall'altro rivela la variabilità delle cifre stesse fra individui morti da malattie molto diverse fra loro.

Così il maximum già registrato, nei maschi, di 1,500, si riferisce ad un uomo di 30 anni soccombuto a *tumore cerebrale*, ed immediatamente dopo, con una cifra

di un peso specifico di poco inferiore (1,560), trovasi annotato un caso di *cirrosi epatica*, occorso in un altro uomo di 39 anni.

Analogamente, nelle femmine figura il maximum di 1,370 (*carcinoma epatico* in donna d'anni 69), a cui tiene dietro un peso specifico poco meno forte di 1,350, accompagnante un caso di vizio *aortico e mitralico* (in donna di anni 50), e conferma sempre più i risultati delle ricerche precedenti.

Non crediamo necessario insistere in ulteriori dichiarazioni, limitandoci a raccogliere nel seguente quadro tutti i casi che ci occorsero in questo ordine di indagini.

Casi di tubercolosi polmonare.

MASCHI		FEMMINE	
Età	Peso specifico	Età	Peso specifico
20 anni	1,584	20 anni	1,661
33 »	1,555	21 »	1,512
36 »	1,550	22 »	1,589
38 »	1,610	28 »	1,511
40 »	1,300	40 »	1,599
54 »	1,319	42 »	1,491
64 »	1,521	42 »	1,411
		44 »	1,633
	Media 1,491		*Media 1,550*

Casi di tifoide.

11 anni	1,621	11 anni	1,691
16 »	1,420	15 »	1,629
21 »	1,419	30 »	1,529
29 »	1,613	31 »	1,391
	Media 1,518		*Media 1,560*

La prima constatazione riesce di per sè evidente analizzando le cifre singole, le quali sono tutte molto alte, da un minimum di peso specifico rappresentato da 1,300 (un caso di tubercolosi polmonare in un maschio di anni 40) ad un maximum di 1,691 (un caso di tifoide in una bambina di anni 11).

Si vede che anche prendendo solo in considerazione la cifra più bassa (1,300), questa supera notevolmente la media generale, fra i maschi e femmine, stabilita più sopra, e che di tutte le altre cifre intermedie poche stanno comprese fra 1,300 e 1,400 (due casi), ed un numero molto maggiore sale a quantità sempre più forti: da 1,400 a 1,500 (quattro casi): da 1,500 a 1,600 (nove casi).

Dal complessso delle osservazioni poi (15 relative a casi di tubercolosi polmonare ed 8 a casi di tifoide) si possono facilmente trarre le seguenti medie particolari:

Nella tubercolosi polmonare:

Maschi 7; media 1,491 Femmine 8; media 1,550

Nella tifoide:

Maschi 4; media 1,518 Femmine 4; media 1,560

Non abbiamo bisogno di dire che anche tutti questi risultati ci sembrano importantissimi, poichè anzitutto si riferiscono ad un numero discreto di osservazioni (23), e perchè si accordano perfettamente con quelli ottenuti più sopra dai materiali raccolti nel contado di Parma (15 osservazioni).

Certo che le cifre assolute nei casi di tubercolosi polmonare e di tifoide sono a Parma meno alte; ma non dobbiamo dimenticare che anche meno alte sono nel contado parmigiano le medie generali dei pesi specifici, onde i raffronti e le differenze, che si volessero istituire, non possono essere che relativi.

I casi di tubercolosi polmonare e di tifoide sono, anche coi materiali di Milano, accompagnati tutti da un peso specifico della tiroide molto elevato, non escludendo con questo (s'intende) che in altri casi non possa avvenire altrettanto.

Il prospetto antecedente, dove sono raccolte tutte le osservazioni a peso specifico più forte della media generale, ne dà la dimostrazione evidente.

Con maggior copia di osservazioni sarà possibile chiarire questi punti, che ora non possiamo se non circondare di molto riserbo. Forse in avvenire potrà dimostrarsi con sicurezza l'influenza sul peso specifico della tiroide di altri processi morbosi o dell'albero circolatorio, o dell'apparecchio digerente, o del sistema nervoso centrale ecc.; ma una dimostrazione precisa per ora non ci fu possibile.

Registriamo altri fatti:

Coi materiali del contado milanese avemmo pure due casi di *difterite* (in un maschio di 5 anni ed una femmina di 8); orbene, anche qui, come cogli esemplari di Parma, il peso specifico della tiroide non fu alto, anzi fu inferiore alla media generale, essendo stato rispettivamente di 1,30 e di 1,90, la qual cosa verrebbe a convalidare l'idea che la difterite (a processo tossico) non esercita alcuna influenza sulla ghiandola tiroide.

Finalmente, invece, due altri casi, uno di *morbillo* (in un maschio di anni 4) ed uno di *piemia* (in una donna d'anni 28) ci diedero delle cifre molto elevate con 1,610 nel primo esemplare e 1,492 nel secondo.

Considerazioni critiche. — Colle particolarità che siamo venuti fin qui esponendo, risulta manifesta, sulle generali, la perfetta armonia che, anche nelle indagini sul speso specifico, dimostrano fra loro le due serie di ricerche da noi eseguite.

E così fatto accordo (dobbiamo aggiungere) si mantiene rigoroso anche per ciò che riguarda la nessuna relazione che il peso specifico presenta col relativo peso, in opposizione a quanto già, come più sopra notammo, ammetteva il Poincaré.

Anche coi materiali di Milano se talora nei casi di tubercolosi o di tifoide poteva dirsi il peso di qualche grammo superiore alla media relativa (da 2 a 5 a 7, fino a 20 grammi), in altri casi o era rigorosamente conforme alla media stessa, od anche inferiore di qualche grammo, e questo, sì nei maschi che nelle femmine.

Numericamente, i casi, in cui si verificò un peso più forte del consueto, superarono gli altri a peso più basso, ed anche la quantità dei grammi, per cui il peso saliva, fu in generale maggiore, di quella che rappresentava la differenza in meno; ma anche questo non ci parve costituire carattere distintivo, sì che — per ora — queste piuttosto leggère differenze in più o in meno del peso sono da trascurarsi.

Un'ultima domanda ci rivolgiamo. È lecito precisare nei casi di aumentato peso specifico la ragione anatomica di questo aumento?

La risposta non è facile, e non può essere, ad ogni modo, che induttiva coi dati fin qui raccolti. Tuttavia, se è vero che (come sembra accertato e noi stessi dimostreremo) nell'età estrema la ghiandola tiroide presenta aumentato il tessuto connettivo e diminuito il suo prodotto di secrezione rappresentato dalla sostanza colloide; se è vero, come a noi pare, che in queste condizioni di età il peso specifico è in generale diminuito; se d'altra parte fosse altrettanto vero che nelle malattie infettive la sostanza colloide cresce notevolmente (Torri, Traina, ecc.) sembra a noi logico pensare che alle variazioni della quantità, o anche, se vuolsi, della qualità della colloide, sieno da attribuirsi le variazioni del peso specifico della ghiandola.

Ma fermiamoci a questo punto, perchè ogni altra maggiore affermazione potrebbe parere azzardata.

E veniamo, senz'altro più, alle seguenti

CONCLUSIONI:

1.° Il peso specifico medio della ghiandola tiroide è sempre rappresentato, anche nei casi dei nostri valori più bassi, da una cifra superiore a quelle segnate da W. Krause per la ghiandola in totalità e per il suo parenchima (Substanz).

2.° Un certo quale predominio fu riscontrato (sì a Parma che a Milano) a favore del sesso maschile, senza che però si possa dare alla leggèra differenza un significato assolutamente conclusivo.

3.° Una influenza più manifesta parrebbe segnare l'età, poichè i pesi specifici in generale più elevati ricorrono dopo la pubertà fra i 24 anni circa ed i 50 o 60 al più, e ciò in entrambi i sessi e nei due territorî presi in esame.

4.° Una ben decisa differenza determinano certe malattie infettive (tubercolosi polmonare e tifoide) per cui vennero a morire gli individui, nei quali, in così fatte circostanze, si verifica un peso specifico della tiroide sempre molto superiore alla media.

5.° Non così influirebbe la difterite (agente tossico) alla quale non consegue alcuna variazione molto evidente di peso specifico, onde in tali casi questo si mostrerebbe o contenuto fra le cifre medie, o anche (forse più spesso) inferiore ad esse.

6.° Dell'influenza di altre malattie dell'albero circolatorio, o dell'apparecchio digerente, comprese quelle che colpiscono il fegato, nulla per ora di preciso è lecito dire, per quanto alcuni dati sparsi tendano a dimostrare un forte peso specifico in alcuni casi di polmonite, di bronco-polmonite, di cirrosi epatica, di cancro epatico, di ittero infettivo ecc.

7.° Lo stesso riserbo devesi fare per ciò che riguarda il morbillo, le malattie del sistema nervoso centrale, la piemia ecc. per la pochezza delle osservazioni, che non consentirono delle deduzioni assolute.

8.° Molto probabilmente tutte le differenze di peso specifico della ghiandola tiroide che si verificarono nei singoli casi, sono da attribuirsi alle variazioni o quantitative o qualitative della sostanza colloide, la quale, aumentando o diminuendo o modificandosi nella sua composizione chimica, farebbe del pari variare la cifra del peso specifico stesso.

Per ciò che concerne partitamente le osservazioni fatte nei due diversi territorî presi in considerazione (Parma e Milano), i nostri risultati ci autorizzano a dedurre i seguenti ulteriori corollarî:

9.° Il peso specifico medio della tiroide (fatta astrazione dalle età e da certe malattie infettive) è a Parma: nei maschi di 1,182, nelle femmine di 1,164; a Milano: nei maschi di 1,278, nelle femmine di 1,210.

10.° A Milano il peso specifico medio segna, pertanto, una cifra notevolmente superiore, in confronto di quella ottenutasi per il contado parmigiano.

11.° Nei casi di *tubercolosi polmonare* o di tifoide, i valori, sempre forti, dei pesi specifici della tiroide, sono analogamente ed in proporzione più elevati a Milano che a Parma, essendosi ottenute le seguenti medie:

	A MILANO		A PARMA	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
Nella *tubercolosi polmonare* . . .	1,480	1,550	1,331	1,312
Nella *tifoide*.	1,518	1,560	1,315	1,341

III.

Del Volume.

Preliminari. — Anche sulla determinazione di questo dato si ripetono fra gli autori le medesime incertezze che si ebbero per il peso, con cui il volume della ghiandola venne spesso confuso.

Gli anatomici antichi si limitano per lo più a semplici e generiche affermazioni, pur qua e là designando le principali differenze, che dovevano riconoscersi nel volume della ghiandola.

Così l'Hevertze (1708) mentre dichiarava che sarebbe difficile determinare esattamente la grandezza di quest'organo *(magnitudinem ejus exacte determinare arduum foret)*, aggiungeva però che essa varia a seconda dell'età e del sesso.

Il Morgagni (1740) (*Epist. anat.* IX a pag. 265, §. 34), riferendo l'opinione di Colombo, Fabricio, Riolano e Bauino, i quali affermavano che la tiroide è più grossa nella donna che nell'uomo, riteneva che *questo fosse soltanto vero in relazione alla piccolezza degli organi del collo della donna*: *cioè appaia più grossa* perchè è più piccola la trachea.

Il Lalouette (1743) precisava per la tiroide dell'adulto una lunghezza di 4 pollici sopra nove o dieci linee di larghezza nell'istmo, e 14 o 15 linee nei lobi laterali, aggiungendo anche alcuni dati speciali su quella *striscia glandolosa* (la piramide) di cui parla Winslow e di cui Valsalva e Morgagni fanno menzione e cioè designandola larga circa 4 linee e lunga circa un pollice e mezzo nelle donne; larga, invece, soltanto 2 o 3 linee negli uomini.

Il Vinslow non faceva che dichiarare *mediocremente grossa* la tiroide nella quale l'Haller (1776) riconosceva spesso un po' più alto il lobo di destra in confronto di quello di sinistra, come riconosceva il predominio a favore del sesso femminile.

Il medesimo concetto manifestava più tardi (1803) A. Portal, soggiungendo che il maggior volume nelle donne si aveva più specialmente in quelle che *ebbero più figli o parti laboriosi.*

Il Sömmering (1820) affermava che, *in proporzione del collo*, *nel bambino* il volume della tiroide *comparisce un po' maggiore.* Fa presente che si racconta *d'averla osservata maggiore quando la ghiandola timo era di piccolo volume*, e che *si dice pure che sia maggiore nel sesso femminile.*

Il Meckel (1826) precisò a due pollici l'altezza di ciascuno dei corni laterali della ghiandola e ad un pollice quella dell'istmo, dichiarando in pari tempo che essa è più voluminosa durante i primi periodi della vita, in cui il *corno mediano è assai più voluminoso che nell'adulto.*

Il Caldani (1827) non ammetteva il maggior volume della tiroide nelle donne se non solo *relativamente alla delicatezza e minor volume delle parti vicine* (come già il Morgagni).

Il Cloquet (1834) non fece che dichiarare le *molte varietà* di volume secondo le età e gli individui, aggiungendo però che, in generale la tiroide è più grossa nel bambino che nell'adulto, nella donna che nell'uomo.

Questi precisi concetti ripetono il Boyer (1836) ed il Gorgone (1841) il quale ultimo pur dichiarando che *il volume del corpo tiroideo è per l'ordinario molto considerevole non ostante che offra numerose variazioni nei diversi individui* ed affermando che *nelle donne è più considerevole che nell'uomo*, aggiunse che nell'infanzia è voluminoso più che nelle epoche susseguenti. *Nella vecchiezza si impicciolisce e allora spesso si atrofizza.*

L'Huschke (1848) nel riconoscere che la ghiandola *impicciolisce coll'età*, chiarì l'idea mettendo innanzi le proporzioni che la tiroide manterrebbe relativamente al corpo intero proporzioni che sarebbero di 1 a 400 nel neonato, di 1 a 600 dopo tre settimane, e di 1 a 800 nell'adulto.

Le stesse cifre furono riportate poi più tardi dal Moriggia (1861) e dal Weibgen (1891), il quale ultimo, ricordando analoghe affermazioni del Gerhardt (Handbuch der Kinderkrankheiten) secondo cui la tiroide dei neonati è relativamente più grossa, e del Quain-Hoffmann (Lehrbuch der Anatomie) riesce a conclusioni analoghe, per quanto non identiche per ciò che riguarda la determinazione precisa delle cifre.

L. Porta (1849) riconfermò l'idea del relativo maggiore volume della tiroide nei neonati (avanzata dall'Huschke) *la quale poi si rallenta nello sviluppo col progresso dell'età mettendosi d'accordo cogli altri organi. Aggiunse che alcune volte è*

grossa e massiccia, altre volte tanto piccola e sottile che quasi sembra mancare. Spesso uno dei lobi diversifica sensibilmente dall'altro per il volume e per la forma.

Il Le Gendre (1852) nel dichiarare genericamente che il volume della tiroide è *molto variabile, specialmente negli adulti*, e che è più sviluppata in generale nella donna, fece anche osservare che spesso si verifica una *ineguaglianza di sviluppo fra i due lobi e che il diametro trasversale è il maggiore di tutti.*

Il Blandin (1856) parlò delle numerose variazioni individuali a cui va soggetta la tiroide; ne ammise il predominio a favore della donna; ma ammise anche che *vi hanno certe località* (specialmente le gole delle montagne) *le quali sembrano favorirne l'incremento.*

Il Sappey fin dalla prima edizione del suo trattato (1857, vol. 1°, a pag. 447) sul volume della tiroide, affermava che *varia secondo gli individui e secondo il sesso come varierebbe a detta di molti autori, secondo le età.....* mentre negò un relativo maggior volume nel feto e nei primi anni di vita, contrariamente a quanto gli autori ammettono *quasi per unanime consenso.*

L'osservazione sembra attestare, invece, (così prosegue), *che il volume relativo del corpo tiroide sia al principio della sua evoluzione quello che sarà dopo il suo completo sviluppo*; *le sue proporzioni*, *se io presto fede alle mie ricerche*, *non varierebbero coll'età.*

I medesimi concetti furono mantenuti anche nelle edizioni successive dell'opera (Vegg. la traduzione italiana sulla terza francese, vol 4°, a pag. 498, Napoli, 1882); mentre molto più tardi il Guiart (1896) ritornava ad ammettere, che la *ghiandola tiroide è più sviluppata nel feto e nei bambini che non nell'adulto.*

Contemporaneamente al Sappey, un altro grande anatomico francese, il Cruveilhier (1852 — 1874) per ciò che riguarda il volume della tiroide, dopo averne riconosciuto le numerosissime differenze individuali e quelle che si riferiscono al sesso, (le quali ultime *sono in senso inverso* delle differenze che *concernono l'apparecchio vocale* onde *il corpo tiroide è meno voluminoso nell'uomo che nella donna*) affermò pure che il clima *e più particolarmente certe qualità d'acque influiscono singolarmente sopra il volume di quest'organo, il quale può divenire mostruoso* in caso di gozzo. Manifestò anche l'idea della possibilità che le differenze del volume colpiscano, in condizioni normali, anzichè *uniformemente la totalità del corpo tiroide*, uno dei suoi *lobi*, od anche *la sola parte media.*

Il Moriggia (1861), consentendo pure che *la tiroide appare più voluminosa nella donna ed in proporzione anche nel feto*, mentre *nei vecchi* si trova *ridotta a due picciolissimi lobi*, dichiarava anche che il *volume* di questa *ghiandola soffre* (come il peso) *modificazioni, dentro però certe proporzioni dalle diverse costituzioni e dai temperamenti*... Del resto accettava in massima, come espressione media, le cifre del Meckel, aggiungendo solo che *la larghezza totale della ghiandola è di tre pollici.* Negli altri particolari poi si uniformava a quanto ne scriveva il Porta, della cui *opera assai preziosa e precisa* (così si esprime l'autore stesso in nota) profittò *largamente*, tanto che *anzi molte parti furono trascritte quasi testualmente.*

L'Inzani accennò soltanto (1865) che la tiroide è di volume assai variabile;

il Fort (1871) la dichiarò solo *meno voluminosa nell'uomo*, e, invece, molto meno voluminosa, sempre nell'uomo, il Porcher (1880).

Altri autori affacciarono il concetto di una influenza diretta, che sul volume della tiroide potevano esercitare i varî stati fisiologici della donna, di gravidanza, di puerperio ecc., sul quale argomento dovevano poi diffondersi il Frenud (1882), il Lange (1893), il Fischer (1896) e G. Abt (1904).

Il Fischer, sopra tutti, con larga copia di osservazioni sul vivo, studiò le variazioni del volume della tiroide, oltre che nella gravidanza e nel puerperio, alla pubertà, durante il periodo mestruale, nel parto, nell'allattamento, nel tempo degli eccitamenti sessuali, nella menopausa e nelle malattie degli organi genitali.

A questo stesso lavoro, come a quello recentissimo dell'Abt, ci rimettiamo per le notizie bibliografiche di altre numerose osservazioni, sì antiche che moderne, fatte in quest'ordine di indagini, per le quali ad ogni modo le valutazioni sul volume della tiroide non potevano che essere indirette.

Ed alcuni apprezzamenti generici, finalmente, diede il Giacomini (1892) su 15 individui di razza nera, allorchè scriveva che in tutti la ghiandola tiroide si presentava *non molto sviluppata e sempre inferiore a quanto si riscontra nella razza nostra* (con tutta probabilità a siffatto giudizio l'Autore giunse, valendosi, pei confronti, di individui della città di Torino, dove fece i suoi studî e dove l'endemia strumosa è abbastanza diffusa).

Computi più precisi non potevano naturalmente venire che dalla determinazione diretta dei diametri principali in ciascuna sezione dell'organo, e tali sono quelli sopra tutto che segnano *l'altezza* e la *spessezza* dei due lobi laterali (cornua lateralia) e dell' istmo.

Fra gli autori, che precisarono sul proposito delle cifre, vanno ricordati (oltre il Lalouette ed il Meckel citati più sopra) il Sappey (1857), lo Strambio (1866), l'Heule (1873) seguìto dall'Eiselsberg (1891), il Krause (1879), Beaunis e Bouchard (1880), il Gaudier (1891), il Weibgen (1891), lo Ziegler (1891), il Rivière (1893), il Rauber (1892), e, ai giorni nostri, il Debierre, il Rolando, il Simon, il Quain, il Tillaux, il Testut, il Romiti, il Chiarugi, G. Mc Clellan, il Sobotta ecc. ecc. Così troviamo segnati:

a) Per l' altezza dei lobi laterali:

Da mm. 27 a 31 — Romiti (Anatomia dell'uomo).
" 50 a 70 — Henle, Ziegler, Rivière.
" 50 a 80 — Rauber.
" 54 a 68 — Krause, Chiarugi.
" 59 a 65 — Weibgen (per gli adulti).
" 25 a 40 — Weibgen (per i fanciulli).
" 60 a 70 — Debierre.
mm. 27 — Beaunis e Bouchard.
" 30 — Testut.
" 50 — Quain, Romiti (Anat. Topografica), Mc Clellan.

b) Per la spessezza dei lobi laterali:

Da mm. 14 a 18 — Krause, Romiti (Anat. dell'uomo).
" 15 a 20 — Defaucamberge, Testut.
" 15 a 25 — Henle, Rauber.
" 18 a 20 — Sappey, Strambio, Rivière, Simon, Chiarugi.
" 17 a 24 — Weibgen (per gli adulti).
" 12 a 14 — Weibgen (per i fanciulli).
mm. 15 — Quain
" 20 — Romiti (Anat. topografica).

c) Per l'altezza dell'istmo:

Da mm. 4 a 20 — Henle, Ziegler.
" 5 a 15 — Simon, Chiarugi.
" 7 a 18 — Tillaux.
" 12 a 14 — Strambio.
cent. 0,2 a 4 — Weibgen.
mm. 17 — Defaucamberge, Beaunis e Bouchard, Rivière.
" 9 — Romiti (Anat. dell'uomo).

d) Per la spessezza dell'istmo:

Da mm. 4 a 6 — Testut e Iacob.
" 5 a 15 — Rauber.
" 6 a 8 — Sappey, Strambio, Simon, Chiarugi.
" 6 a 18 — Quain.
mm. 12 — Defaucamberge, Beaunis e Bouchard, Rivière.

Finalmente, rispetto ancora alle dimensioni da noi prese in considerazione per l'istmo (la cui larghezza, affermiamo qui, male potrebbe essere valutata) troviamo altri dati forniti dal Rolando, il quale distinguendo, i *feti* (8° e 9° mese), i *bambini* (da un anno e mezzo a sei) e gli adulti, diede le seguenti cifre:

Per l'altezza:

Feti maschi (5 osservazioni)	da 6 a 10	mm.	
Feti Femmine (5 osservazioni)	da 4 a 10	mm.	
Bambini (29 osservazioni)	" 8 a 10	"	(in 15 osservazioni).
	" 12 a 20	"	(in 9 osservazioni).
	meno di 8	"	(in 5 osservazioni).
Bambine (6 osservazioni)	da 10 a 14	"	
Adulti (uomini) (30 osservazioni)	" 10 a 20	"	(in 25 osservazioni).
	" 20 a 25	"	(in 3 osservazioni).
	meno di 10	"	(in 2 osservazioni).
Adulti (donne) (20 osservazioni)	da 10 a 20	"	(in 10 osservazioni).
	" 20 a 30	"	(in 8 osservazioni).
	meno di 10	"	(in 2 osservazioni).

Per la spessezza:

Feti maschi	da 1 a 4 mm.	
Feti femmine	idem	
Bambini	da 3 a 4 mm.	(in 16 osservazioni).
	» 4 a 10 mm.	(in 8 osservazioni).
	meno di 3 »	(in 5 osservazioni).
Bambine	da 3 a 6 »	
Adulti (uomini)	» 4 a 6 »	(in 20 osservazioni).
	» 6 a 12 »	(in 4 osservazioni).
	meno di 4 »	(in 6 osservazioni).
Adulti (donne)	da 4 a 6 »	(in 12 osservazioni).
	» 6 a 12 »	(in 7 osservazioni).
	meno di 4 »	(in 1 osservazione).

La cifra esatta e rigorosa del volume generale della tiroide non poteva, ad ogni modo, essere data, che da una quantità di centimetri cubici, dedotta dalla nota formula che eguaglia il volume di un corpo al suo peso, diviso per il relativo peso specifico: e questa venne indicata da W. Krause, che assegnò alla tiroide il volume variante fra 25 e 30 cc.

A). *Osservazioni fatte con materiali della città o provincia di Parma.*

Profittammo di tutto il materiale che ci servì alla determinazione del peso (136 maschi e 132 femmine), e distinguendo gli individui nei due sessi per gruppi di età come si fece fin qui, precisammo innanzi tutto, per ciascun gruppo, le varie medie aritmetiche, quali figurano nei due seguenti Prospetti.

Prospetto 9°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nei maschi di Parma (medie aritmetiche).*

ETÀ	ALTEZZA (in mm.)			SPESSEZZA (in mm.)		
	lobo destro	lobo sinistro	Istmo	lobo destro	lobo sinistro	Istmo
Neonati	10,45	9,90	6,30	6,60	5,60	4
Da 6 giorni a 1 anno non compiuto	9,50	9	7,50	7	6,16	4,66
» 1 anno compiuto a 6 non compiuti	18,40	17,60	*12,20*	8,30	7,60	6,15
» 6 anni compiuti a 11 »	22,30	21,66	*12*	12,33	10	5,02
» 11 » » 16 »	24	26	*11,50*	12,50	10,50	5,50
» 16 » » 26 »	34,11	33	*13*	12,60	10,32	9,30
» 26 » » 36 »	*40,19*	*39,70*	*12,65*	17	15,31	9,50
» 36 » » 46 »	39,80	37,70	*12,75*	*19,21*	*16,30*	6,08
» 46 » » 56 »	32,15	31,21	10,70	16	13,90	6
» 56 » » 66 »	31,02	29,19	10	13,80	11,71	5,91
» 66 » » 76 »	30	29,01	9,22	13	9,01	5,21
» 76 » » in poi	24,10	22,08	5,21	9	8,89	4,80

Prospetto 10°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nelle femmine di Parma (medie aritmetiche).*

ETÀ	ALTEZZA (in mm.)			SPESSEZZA (in mm.)		
	lobo destro	lobo sinistro	Istmo	lobo destro	lobo sinistro	Istmo
Neonati	10,37	7,75	7,75	5,37	4,87	3,87
Da 6 giorni a 1 anno non compiuto	10,30	9,10	5,80	6,30	5,60	4,30
» 1 anno compiuto a 6 non compiuti	13,78	11,14	7,35	6,64	6,14	4,28
» 6 anni compiuti a 11 »	14,50	14,50	6	7	7,50	3,50
» 11 » » 16 »	29	26	*17*	8	7,50	7
» 16 » » 26 »	30,37	26,50	*20*	13,37	9,87	9,38
» 26 » » 36 »	34,36	32,70	*21,90*	17	13,63	10,10
» 36 » » 46 »	36	36	*18,16*	18,50	16,10	11,16
» 46 » » 56 »	*41,62*	*39,9*	*19,68*	15,12	13,06	*12,94*
» 56 » » 66 »	40,41	38,60	*19,09*	13,58	12,09	9,54
» 66 » » 76 »	37,06	33,18	*18,46*	8,50	9,15	8
» 76 » » in poi	24,62	21,93	13,21	10,70	9,29	7

Questi prospetti ci indicano quali sono i fatti più importanti che risultarono dalle nostre ricerche, anche in ordine allo sviluppo della ghiandola tiroide nelle varie età e nei due sessi: fatti, coi quali, mentre è lecito dimostrare e confermare alcune caratteristiche distintive dell'organo, è pur facile argomentare che esso segue una parabola evolutiva determinata, conforme a quella di tutti gli altri organi dell'economia.

Il concetto del predominio della ghiandola tiroide a favore della donna e del maggiore sviluppo del lobo laterale di destra in confronto di quello di sinistra, è qui dimostrato, per quanto le differenze siano minime.

Dobbiamo però osservare che prendendo in considerazione le singole osservazioni, non è difficile il caso della superiorità del lobo di sinistra sul lobo di destra, ed anche (più di rado) quello della loro perfetta uguaglianza.

Nella prima condizione trovammo fra i maschi 10 esemplari (m. 136 osservazioni) e 9 tra le femmine (m. 142 osservazioni); mentre con la identica altezza dei due lobi non avemmo che 3 casi fra gli uomini e 6 fra le donne.

Siffatte variazioni trovammo indifferentemente nei varî periodi di età, e, ad ogni modo, trattandosi di predominio invertito, la differenza si contenne per lo più, come nei casi normali di sviluppo maggiore del lobo di destra, entro limiti di pochi millimetri.

Differenze un pò più sentite rilevammo tre volte nei maschi, due di sei ed una di otto millimetri (osservazioni 48ª, 217ª e 235ª) e quattro volte nelle femmine,

dove in un caso (osservazione 142ª) il predominio era di mm. 5, in nn altro (osservazione 108ª) di 6, in un terzo (osservazione 124ª) di 8, e nell'ultimo di 9 millimetri (osservazione 157ª).

Ora di un'altra circostanza a parte, che ci sembra importantissima, vogliamo occuparci, sulla quale nessun anatomico, a nostra conoscenza, fisso l'attenzione.

Ci riferiamo ai casi di tubercolosi polmonare e di tifoide, da noi osservati più sopra e nei quali trovammo senza eccezione un peso specifico notevolmente più elevato della media.

Orbene, in questi stessi casi i diametri della tiroide sono tutti (fatte solo pochissime e parziali eccezioni) più bassi delle medie relative, come risulta dai particolari che stimiamo convenienti esporre nei due seguenti prospetti.

Prospetto 11°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nei casi di tubercolosi polmonare colle differenze singole di fronte alle medie generali relative (a Parma).*

Numero d'ordine	NUMERO DELLE OSSERVAZIONI	ALTEZZA in mm.			SPESSEZZA in mm.		
		Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo
	a) MASCHI						
1	Osservazione n. 44, anni 9	18	17	10	9	7	3
	Differenza colle medie. . .	— 4,33	— 3,66	— 2	— 3,33	— 3	— 2,02
2	» n. 46, anni 9	20	16	9	12	9	5
	Differenza colle medie. . .	— 2,33	— 5,66	— 3	— 0,33	— 1	— 0,02
3	» n. 175, anni 16 non comp.	22	21	8	10	8	4
	Differenza colle medie. . .	— 2	— 5	— 3,50	— 2,50	— 2,50	— 1,50
4	» n. 187, anni 16.	26	25	10	10	10	8
	Differenza colle medie. . .	— 8,11	— 8	— 3	— 2,60	— 0,32	— 1,30
5	» n. 246, anni 68.	23	19	8	10	7	3
	Differenza colle medie. . .	— 7	— 10,01	— 1,22	— 3	— 2,01	— 0,11
6	» n. 250, anni 69.	32	25	10	11	9	6
	Differenza colle medie. . .	+ 2	— 4,01	+ 0,78	— 2	— 0,01	+ 0,89
	b) FEMMINE						
7	Osservazione n. 65, anni 13	14	13	8	7	7	3
	Differenza colle medie. . .	— 15	— 13	— 9	— 1	— 0,50	— 4
8	» n. 76, anni 26	36	35	manca	15	10	manca
	Differenza colle medie. . .	+ 1,64	+ 3,20	l'istmo	— 2	+ 3,63	l'istmo
9	» n. 77, anni 26	29	21	15	19	16	4
	Differenza colle medie. . .	— 5,36	— 11,70	— 6,90	+ 2	+ 2,37	— 6,10
10	» n. 78, anni 26	27	25	10	15	14	6
	Differenza colle medie. . .	— 7,36	— 7,70	— 11,90	— 2	+ 0,37	— 4,10
11	» n. 82, anni 29	29	27	21	11	8	8
	Differenza colle medie. . .	— 5,36	— 5,70	— 0,90	— 6	— 5,63	— 2,10

PROSPETTO 12°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nei casi di tifoide colle differenze singole di fronte alle medie relative* (*a Parma*).

Numero d'ordine	NUMERO DELLE OSSERVAZIONI	ALTEZZA in mm.			SPESSEZZA in mm.		
		Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo
	a) MASCHI						
1	Osservazione n. 47, anni 9	14	13	manca	10	9	manca
	Differenza colle medie. . .	— 8,33	— 8,66	l'istmo	— 2,33	— 1	l'istmo
2	» n. 48, anni 10	30	36	9	6	6	4
	Differenza colle medie. . .	+ 7,67	+ 4,34	— 3	— 6,33	— 4	— 1,02
	b) FEMMINE						
3	Osservazione n. 64, anni 7	15	16	4	7	8	2
	Differenza colle medie. . .	+ 0,50	+ 1,50	— 2	uguale alla media	+ 0,50	— 1,50
4	» n. 66, anni 12	18	16	manca	6	5	manca
	Differenza colle medie. . .	+ 3,50	+ 1,50	l'istmo	— 2	— 1,50	l'istmo

Ricercammo finalmente il volume della tiroide precisandolo a centimetri cubici. Se col calcolo delle principali dimensioni dell'organo non si poteva avere che un'idea approssimativa di questo dato morfologico, colla determinazione cubica il computo riesce necessariamente rigoroso.

Era però necessario ricorrere alle prime valutazioni per mettere in evidenza, come abbiamo fatto, tutte le eventuali variazioni nelle singole sezioni della ghiandola, la quale dimostrazione non sarebbe stata eventualmente possibile con la semplice cubatura di tutto l'organo.

Ed ora, rispetto a quest'ultima, che, come è noto, risulta dal rapporto che passa fra peso e peso specifico, ben poche cose abbiamo da aggiungere alle cifre che abbiamo ottenuto dalle nostre osservazioni e che qui raccogliamo in due prospetti distinti (13°, 14°).

Prospetto 13°. — *Osservazioni sul peso, peso specifico e volume della ghiandola tiroide fatte a Parma, nei maschi (in ordine di età).*

Numero d'ordine	Età	Ultima malattia	Peso (in grammi)	Peso specifico	Volume (in cc.)
1	a termine	—	1,79	1,101	1,61
2	id.	(Craniectomia).	1,55	1,119	1,37
3	id.	—	1,84	1,104	1,66
4	2 giorni	—	1,78	1,169	1,52
5	3 »	—	1,92	1,112	1,72
6	4 »	—	1,91	1,091	1,81
7	5 »	—	1,82	1,180	1,54
8	4 »	—	1,98	1,101	1,79
9	2 mesi	Enterite	2,40	1,109	2,16
10	1 anno	Bronco-polmonite.	1,50	1,080	1,38
11	id.	id.	3	1,199	2,51
12	1 anno e ½	Difterite	2,04	1,190	1,74
13	2 anni	id.	3,15	1,321	2,38
14	id.	id.	4	1,119	3,50
15	3 anni e ½	Bronco-polmonite.	4	1,200	3,31
16	9 anni	Tifoide	10,8	1,350	8
17	id.	Tubercolosi miliare	9	1,328	6,70
18	id.	id.	10,52	1,299	8,09
19	10 anni	Tifoide	7,20	1,280	5,62
20	16 »	Tubercolosi polmonare	25	1,321	18,80
21	18 »	Polmonite destra.	13	1,241	10,47
22	24 »	Tubercolosi polmonare	16	1,291	13,16
23	25 »	Vizio aortico-osteoperiost. della tibia	40,15	1,281	*31,24*
24	27 »	Peritonite stercoracea	21,16	1,194	18,30
25	37 »	Polmonite doppia.	25	1,321	18,80
26	38 »	Tiflite con ascesso peritiflitico . .	12,13	1,229	9,87
27	42 »	*Annegamento*	10	1,149	8,70
28	48 »	Carcinoma rettovescicale	16	1,241	12,80
29	53 »	Carcinoma ventricolo	4,66	1,140	4.08
30	57 »	Apoplessia cerebrale recente. . .	31	1,192	26
31	63 »	Bronchite capillare diffusa . . .	10,12	1,111	9,10
32	66 »	Bronco-polm. d^a. in sogg. apoplett.	16,10	1,220	13,11
33	68 »	Tubercolosi polmonare	26	1,311	19,90
34	70 »	Bronco-polmonite destra	16	1,310	12,21
35	69 »	Tubercolosi polmonare	24	1,440	16,66
36	76 »	Enterite pellagrosa	7	1,100	6,3
37	75 »	Rammollimento cerebrale	12,51	1,211	10,33
38	85 »	Ateromasia diffusa: marasma senile	8,321	1,107	7,51

Prospetto 14°. — *Osservazioni sul peso, peso specifico e volume della ghiandola tiroide fatte a Parma, nelle femmine (in ordine di età).*

Numero d'ordine	Età	Ultima malattia	Peso (in grammi)	Peso specifico	Volume (in cc.)
1	a termine	—	1,79	1,100	1,62
2	id.	—	1,90	1,110	1,71
3	id.	—	1,80	1,116	1,61
4	id.	—	1,78	1,100	1,61
5	id.	—	1,75	1,091	1,60
6	2 giorni	—	1,80	1,119	1,60
7	5 »	—	1,75	1,091	1,60
8	5 »	—	1,99	1,113	1,78
9	7 »	—	2,10	1,100	1,93
10	1 mese	Enterite: bronco-polmonite	2	1,191	1,67
11	4 mesi	id.	2	1,189	1,68
12	1 anno	Bronco-polmonite	3,10	1,120	2,76
13	id.	id. e nefrite	1,53	1,080	1,41
14	2 anni	Piotorace: difterite	3,10	1,219	2,59
15	5 »	Difterite	3,54	1,160	3,05
16	7 »	Tifoide	5,52	1,299	4,24
17	12 »	id.	9,31	1,385	6,71
18	13 »	Tubercolosi miliare acuta	9	1,311	6,86
19	16 »	Vizio antico e polmonite destra .	17,2	1,219	14,10
20	25 »	Ittero infettivo	14,51	1,331	10,97
21	26 »	Tubercolosi polmonare	15	1,321	11,30
22	26 »	id.	20	1,341	14,91
23	26 »	id.	16,28	1,299	12,52
24	29 »	id.	11,12	1,292	8,91
25	33 »	Empiema	21,9	1,290	16,90
26	41 »	Anemia puerperale	8	1,291	6,19
27	41 »	Polmonite destra	28,7	1,201	23,89
28	44 »	Cancro pancreas e fegato	21,91	1,119	19,58
29	49 »	Meningite purulenta	38	1,201	*31,64*
30	51 »	Vizio aortico	27	1,191	22,60
31	60 »	Polmonite destra	26,3	1,110	23,69
32	60 »	Apoplessia cerebrale recente . . .	29	1,119	25,90
33	72 »	Enterite cronica e rammoll. cerebr.	10	1,181	9,31
34	76 »	Carcinoma epatico	15	1,121	13,29
35	76 »	Polmonite d[a]. in sogg. ateromasico	12,51	1,191	10,50
36	78 »	Enterocolite ed insuffic. mitralica .	8,11	1,160	6,99
37	83 »	Apoplessia cerebrale	17	1,091	15,50
38	85 »	Apoplessia cerebrale ed enfisema .	6	1,066	5,25

Appar chiaro che i valori ottenuti sul quantitativo volumetrico sono, come deve essere, molto varî, in ragione della varietà dei due pesi, nè abbiamo da insistere di più in proposito.

Essi, da un minimum di circa un centimetro cubico e mezzo (1,37 pei maschi ed 1,41 per le femmine), salgono ad un maximum di poco superiore ai cc. 31 (31,24 nei maschi e 31,64 nelle femmine), manifestando però nelle cifre intermedie delle quantità che, anche negli adulti, sono in generale molto più basse di quelle indicate da W. Krause fra 25 e 30 cc.

Negli individui, infine, morti di tubercolosi polmonare o di tiroide, la cifra fu sempre naturalmente molto bassa, non essendosi in essi riscontrato ad un più elevato peso specifico corrispondere del pari un più elevato peso: essa fu in media di cc. 12,11 nei maschi, e di cc. 9,35 nelle femmine.

B). — *Osservazioni fatte con materiali della città o della provincia di Milano.*

Anche per questa seconda serie di indagini sul volume della ghiandola tiroide, riteniamo opportuno presentare innanzi tutto le medie generali, ricavate dal computo dei diametri principali dell'organo ed in ciascun periodo di età, giusta le norme precedentemente stabilite.

Le desumiamo dal numero complessivo delle 306 osservazioni che furono fatte a Milano (di cui 156 maschi e 150 femmine), i due prospetti che seguono (15° e 16°) ne dànno conto particolareggiato.

Prospetto 15°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nei maschi di Milano (medie aritmetiche).*

ETÀ	ALTEZZA (in mm.)			SPESSEZZA (in mm.)		
	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo
Neonati	8,45	7,54	5,58	4,65	4,18	3,86
Da 6 giorni a 1 anno compiuto	17,61	15,66	9,44	9,05	8,22	6,44
» 1 anno compiuto a 6 non compiuti	19,22	18,10	12,15	10,15	9,90	6,71
» 6 anni compiuti a 11 »	25,30	23,25	16,12	12,31	11,71	7,21
» 11 » » 16 »	32,71	30,19	20,61	15,14	15,35	10,19
» 16 » » 26 »	45,15	45,20	20,91	19,11	19,04	14,35
» 26 » » 36 »	*62,19*	*58,87*	*25,60*	23,41	24	*18,43*
» 36 » » 46 »	61	51,91	25,30	*26,98*	25,19	17,09
» 46 » » 56 »	55,90	50,11	25,40	22,21	19,70	16,71
» 56 » » 66 »	51,21	50	25	16,17	16,93	15,40
» 66 » » 76 »	45,96	44,29	24	17	14,25	13,21
» 76 » » in poi	44,20	42	21	12,15	12,10	11

PROSPETTO 16°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nelle femmine di Milano (medie aritmetiche).*

ETÀ	ALTEZZA (in mm.)			SPESSEZZA (in mm.)		
	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo
Neonati	8,50	7,46	5,50	5,07	4,50	3,80
Da 6 giorni a 1 anno non compiuto	17,30	14,70	8,40	9,70	8,40	7,30
» 1 anno compiuto a 6 non compiuti	19,70	18,25	9,10	10,11	9,08	10,31
» 6 anni compiuti a 11 »	21,31	19,81	10,75	11,13	10,10	12,25
» 11 » » 16 »	40,25	39,15	20,97	11,25	10,75	13,15
» 16 » » 26 »	45,18	46	27,90	15,71	14,25	18,41
» 26 » » 36 »	53,11	50,21	28,80	22,60	22,79	18,51
» 36 » » 46 »	55,20	54,61	30,12	*23,97*	*24,10*	*19,91*
» 46 » » 56 »	*63,19*	*62,20*	*32,11*	22,19	22,02	*20,03*
» 56 » » 66 »	61,98	*62,71*	27	21	22	17,40
» 66 » » 76 »	52	58,21	26,70	20,91	21,24	15,21
» 76 » » in poi	49,11	48,60	20,17	19,74	17,32	13,90

Tutti i particolari di cui ci dànno notizia questi prospetti (è bene notarlo fin da ora) sono esattamente conformi a quelli notati coi materiali del territorio parmigiano, salvo, s'intende, la differenza nel valore assoluto delle cifre, che sono qui tutte, ad eccezione soltanto di quelle che si riferiscono ai neonati, molto più elevate.

Esse sono, in massima, quasi perfettamente identiche a quelle fornite dal Weibgen per gli adulti, il quale fece le sue ricerche in paese dominato dall'endemia strumosa.

Da quanto siamo venuti fin qui esponendo vengono sostanzialmente dimostrati (come coi materiali precedenti):

1°. Un leggerissimo predominio della tiroide a favore del sesso femminile.

2°. Un predominio egualmente molto limitato del lobo laterale di destra su quello di sinistra.

3°. Un notevolissimo e rapido aumento della ghiandola nel corso del primo anno di vita, e questo tanto nel maschio quanto nella femmina.

4°. Una seconda altrettanto notevole e rapida fase di aumento attorno agli anni della pubertà, ma solo nel sesso femminile.

5°. Un decrescere graduale e lento di tutti i diametri di altezza nei due sessi.

6°. Una diminuzione delle altre misure, la quale procede egualmente graduale e lenta nelle donne, ma per quantità molto più forti negli uomini.

Ed ora registriamo i pochi casi non conformi alla regola, in cui il lobo di sinistra era più alto di quelto di destra, o i due lobi erano egualmente alti.

Della prima maniera trovammo, fra i maschi (su 156 osservazioni) otto esemplari ed altrettanti della seconda.

Nelle femmine (su 150 osservazioni) ne annotammo, invece, nove col predominio invertito dei lobi, e tre con la loro eguaglianza.

I particolari che riguardano i casi di predominio del lobo di sinistra non fanno che confermare quelli che analogamente rilevammo fra i materiali del contado parmigiano, in quanto che le differenze di altezza sono per lo più minime (di uno, di due o di tre millimetri) (dieci osservazioni).

Una sola volta la riscontrammo molto forte, di mm. 22 (donna d'anni 60, osservazione 276ª); in tutte le altre era di mm. 5 (un caso), mm. 6 (due casi) e di mm. 8 (un caso).

Le ultime particolarità, sulle quali finalmente amiamo richiamare l'attenzione, riguardano anche qui le osservazioni fatte su individui morti di tubercolosi polmonare e di tifoide.

Ed affermiamo subito che i fatti rilevati colle precedenti ricerche, trovano coi materiali di queste la loro piena e più ampia conferma.

Ecco i relativi prospetti (17° e 18°).

Prospetto 17°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nei casi di tubercolosi polmonare, colle differenze singole di fronte alle medie generali relative (a Milano).*

Numero d'ordine	NUMERO DELLE OSSERVAZIONI	ALTEZZA in mm.			SPESSEZZA in mm.		
		Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo
	a) MASCHI						
1	Osservazione n. 111, anni 20.	42	39	18	17	15	13
	Differenza colle medie. . .	— 3,15	— 6,20	— 2.91	— 2,11	— 4,04	— 1,35
2	» n. 128, anni 33.	56	54	25	22	21	17
	Differenza colle medie. . .	— 6,19	— 4,87	— 0,60	— 1,41	— 3	— 1,43
3	» n. 129, anni 29.	57	56	25	22	20	10
	Differenza colle medie. . .	— 5,19	— 2,87	— 0,60	— 1,41	— 4	— 8,43
4	» n. 132, anni 38.	42	39	21	17	16	8
	Differenza colle medie. . .	— 19	— 12,91	— 4,30	— 9,98	— 9,19	— 9,09
5	» n. 160, anni 54.	57	55	16	21	21	4
	Differenza colle medie. . .	+ 1,10	— 4,89	— 9,40	— 1,21	+ 1,30	— 12,71
6	» n. 182, anni 64.	45	44	22	16	15	12
	Differenza colle medie. . .	— 6,21	— 6	— 3	— 0,70	— 1,93	— 3,40
7	» n. 137, anni 40.	48	46	22	17	13	7
	Differenza colle medie. . .	— 13	— 5,91	— 3,30	— 9,98	— 12,19	— 10,09
	b) FEMMINE						
8	Osservazione n. 211, anni 20.	41	39	33	11	10	13
	Differenza colle medie. . .	— 6,18	— 7	— 4,90	— 4,71	— 4,25	— 3,41
9	» n. 216, anni 22.	40	39	27	16	15	17
	Differenza colle medie. . .	— 7,18	— 7	— 0,90	+ 0,29	+ 0,75	— 1,41
10	» n. 213, anni 21.	40	38	26	17	16	15
	Differenza colle medie. . .	— 7,18	— 8	— 1,90	+ 1,29	+ 1,75	— 3,41
11	» n. 222, anni 28.	49	40	22	20	19	18
	Differenza colle medie. . .	— 4,11	— 10,21	— 6,80	— 2,60	— 3,79	— 0,51
12	» n. 246, anni 40.	47	45	26	20	18	12
	Differenza colle medie. . .	— 8,20	— 9,61	— 4,12	— 3,97	— 6,10	— 7,31
13	» n. 248, anni 48.	45	42	25	20	20	11
	Differenza colle medie. . .	— 10,20	— 12,61	— 5,12	— 3,97	— 4,10	— 8,91
14	» n. 252, anni 42.	51	48	19	18	18	15
	Differenza colle medie. . .	— 4,20	— 6,61	— 11,12	— 5,97	— 6,10	— 4,91
15	» n. 253, anni 44.	42	42	25	23	18	15
	Differenza colle medie. . .	— 3,20	— 12,61	— 5,12	— 0,97	— 6,10	— 4,91

PROSPETTO 18°. — *Dimensioni della ghiandola tiroide nei casi di tifoide, colle differenze singole di fronte alle medie generali relative* (*a Milano*).

Numero d'ordine	NUMERO DELLE OSSERVAZIONI	ALTEZZA in mm.			SPESSEZZA in mm.		
		Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo	Lobo destro	Lobo sinistro	Istmo
	a) MASCHI						
1	Osservazione n. 89, anni 11	20	19	11	10	10	5
	Differenza colle medie. . .	— 12,71	— 11,19	— 9,61	— 5,14	— 5,35	— 5,19
2	» n. 108, anni 16.	30	29	19	10	10	10
	Differenza colle medie. . .	— 15,15	— 16,20	— 1,91	— 9,11	— 9,04	— 4,35
3	» n. 112, anni 21.	52	60	11	16	12	8
	Differenza colle medie. . .	+ 6,85	+ 14,80	— 9,91	— 3,11	— 7,04	— 6,35
4	» n. 124, anni 29.	38	36	15	21	21	9
	Differenza colle medie. . .	— 24,19	— 22,87	— 10,60	— 2,41	— 3	— 9,43
	b) FEMMINE						
5	Osservazione n. 105, anni 11.	35	30	24	8	8	5
	Differenza colle medie. . .	— 5,25	— 9,15	+ 3,03	— 3,25	— 2,75	— 9,15
6	» n. 107, anni 15.	28	22	15	5	5	4
	Differenza colle medie. . .	— 12,25	— 17,15	— 5,97	— 6,25	— 5,75	— 9,15
7	» n. 226, anni 30.	54	47	23	23	21	15
	Differenza colle medie. . .	+ 0,89	— 3,21	— 5,80	+ 0,40	— 1,79	— 3,51
8	» n. 229, anni 31.	39	31	19	19	19	17
	Differenza colle medie. . .	— 14,11	— 19,21	— 9,80	— 3,60	— 3,79	— 1,51

Ed ora passiamo a dar ragione del volume valutato a cc. cubici.

Le determinazioni precedenti dei due pesi ci consentono anche qui un calcolo molto semplice, e poichè i due termini del rapporto sono, in generale, molto differenti da quelli che si ebbero coi materiali di Parma, così molto differenti dovranno pure essere i risultati.

Questo appunto dimostrano i due prospetti seguenti, dai quali si rileva che, se alla nascita le cifre sono di uno o due centim. cubici, poco tempo dopo le quantità vanno sempre più elevandosi sino a raggiungere un maximum di cc. 50.

Prospetto 19°. — *Osservazioni sul peso, peso specifico e volume della ghiandola tiroide fatte a Milano, nei maschi (in ordine di età).*

Numero d'ordine	Età	Ultima malattia	Peso (in grammi)	Peso specifico	Volume (in cc.)
1	a termine	—	1,91	1,115	1,71
2	id.	—	2	1,119	1,78
3	4 giorni	—	1,95	1,113	1,75
4	1 mese e ½	Bronco-polmonite	2,97	1,190	2,50
5	2 mesi	Enterite	1,99	1,180	1,69
6	id.	id.	2,81	1,140	2,46
7	2 anni	id.	29,10	1,120	25,90
8	4 »	Morbillo	20	1,610	12,42
9	5 »	Difterite	29	1,130	25,66
10	11 »	Tifoide	30	1,621	18,50
11	16 »	id.	31	1,420	21,12
12	20 »	Tubercolosi polmonare	35	1,589	22,70
13	21 »	Tifoide	51,21	1,419	36,01
14	22 »	Polmonite	44	1,450	30,34
15	24 »	Frattura base del cranio	49	1,419	34,53
16	29 »	Tifoide	49,19	1,613	30,50
17	30 »	Tumore cerebrale.	44	1,600	27
18	33 »	Tubercolosi polmonare	49	1,555	31
19	36 »	id.	52	1,550	33,50
20	38 »	id.	48	1,610	29,81
21	39 »	Cirrosi epatica.	32	1.560	20,51
22	40 »	Tubercolosi polmonare	69,10	1,300	53,15
23	42 »	Bronco-polmonite e pleurite sinistra.	42	1,490	21,40
24	44 »	Carcinoma pilorico	40,02	1,299	31
25	45 »	Occlusione intestinale	43,2	1,210	35,70
26	47 »	Bronco-polmonite	41,8	1,300	32,15
27	51 »	Frattura del cranio da caduta . .	44	1,310	33,58
28	54 »	Tubercolosi polmonare ed intestin.	43	1,319	32,60
29	58 »	Emoraggia cerebrale	38	1,291	29
30	60-70 »	id.	39	1,351	29
31	62 »	Bronco-polmonite	61,52	1,364	45,10
32	64 »	Tubercolosi polmonare	37,5	1,521	24,64
33	64 »	Nefrite cronica	36	1,199	30
34	68 »	Polmonite destra	27,2	1,289	21,11
35	70 »	Emoraggia cerebrale	34	1,370	24,89
36	71 »	Carcinoma piloro	39,5	1,361	29
37	72 »	Carcinoma ventricolo	48,13	1,270	37,91
38	74 »	Cistite pielite	25	1,180	21,19
39	75 »	Insufficienza aortica	25	1,080	23,14
40	80 »	Bronchite cronica.	41	1,202	34,10
41	94 »	id.	20,11	1,104	18,21

Prospetto 20°. — *Osservazioni sul peso, peso specifico e volume della ghiandola tiroide, fatte a Milano, nelle femmine (in ordine di età).*

Numero d'ordine	Età	Ultima malattia	Peso (in grammi)	Peso specifico	Volume (in cc.)
1	a termine	—	2,52	1,160	2,17
2	id.	—	1,10	1,171	0,93
3	3 giorni	—	1,64	1,121	1,46
4	8 mesi	Enterite	2,05	1,200	1,70
5	9 mesi	Bronco-polmonite	1,37	1,072	1,28
6	3 anni	Appendicite.	21,51	1,180	1,82
7	8 »	Difterite	39,10	1,190	32,87
8	10 »	Bronco-polmonite	25	1,070	21,48
9	11 »	Tifoide	38,2	1,691	22,50
10	15 »	id.	26	1,629	15,90
11	20 »	?	38,15	1,391	27,42
12	20 »	Tubercolosi polmonare	56,32	1,661	33,90
13	21 »	Pleurite in atto in sogg. tubercolot.	58	1,612	38,32
14	22 »	Tubercolosi polmonare	37	1,589	23,22
15	24 »	Anemia grave	37,5	1,220	30,70
16	25 »	Appendicite in sogg. con osteoperiost. della tibia.	49,05	1,499	32
17	28 »	Piemia da ascesso epatico . . .	45	1,492	30,15
18	28 »	Tubercolosi polmonare	60,19	1,511	39,10
19	29 »	Emoraggia post-partum	35	1,281	27,60
20	30 »	Tifoide	42	1,529	27,40
21	31 »	Peritonite	61,29	1,400	43,71
22	31 »	Tifoide	40,9	1,391	29,30
23	35 »	Polmonite destra	64	1,260	50
24	37 »	Empiema destro	46	1,299	35,40
25	39 »	Tubercolosi intestinale e peritoneale.	45,9	1,258	35,60
26	40 »	Carcinoma utero	60,12	1,299	46,28
27	40 »	Carcinoma gastrico	47	1,199	39
28	40 »	Tubercolosi polmonare	54	1,599	33,91
29	42 »	Pleurite destra essudativa. . . .	47,2	1,325	35,62
30	42 »	Congestione cerebrale da caduta .	56	1,225	45,71
31	42 »	Tuberbolosi polmonare	47	1,491	31,52
32	42 »	id.	40,10	1,411	28,42
33	44 »	id.	54,4	1,633	27,80
34	50 »	Vizio aortico e mitralico	54	1,350	40
35	59 »	Enfisema.	38,51	1,281	30,06
36	62 »	Nefrite cronica	41	1,221	33,49
37	64 »	Ascesso polmonare	38	1,219	31,17
38	65 »	Morte per caduta.	39	1,190	32,77
39	65 »	Carcinoma epatico	62	1,370	45,98
40	67 »	Apoplessia cerebrale e polmonite .	39,59	1,211	32,69
41	70 »	Apoplessia cerebrale.	34	1,180	29,60
42	71 »	Rammollimento cerebrale; enfisema.	28	1,180	23,81
43	71 »	Senilità	25,5	1,113	22,91
44	71 »	Miocardite	31	1,210	25,62
45	72 »	Emoraggia cerebrale.	27	1,111	24,30
46	81 »	Enfisema polmon.; ateromasia diffusa	49	1,180	41,52
47	88 »	Emorragia cerebrale	20	1,103	18,13
48	89 »	Miocardite-polmonite da ipostasi .	23,12	1,129	20,47

Nei casi finalmente di tubercolosi polmonare e di tifoide, il computo della cubatura, il quale doveva necessariamente riuscire a cifre più basse, recò, infatti, fra i maschi una media di cc. 30,32, e tra le femmine quella di cc. 29,36.

CONCLUSIONI GENERALI

Ed ora riassumendo, dalle due serie di osservazioni sul volume della ghiandola tiroide, si possono dedurre le seguenti conclusioni generali;

1°. La ghiandola tiroide è, sempre, nei suoi diametri principali, alquanto più sviluppata nella donna in confronto dell'uomo in proporzioni presso che identiche a Parma ed a Milano.

2°. Egualmente, nei due territorî diversi, è in generale il lobo di destra un po' più alto di quello di sinistra.

3°. Alla nascita la ghiandola si presenta, come nel peso, così nei suoi diametri in condizioni che si possono ritenerre identiche nelle due serie di osservazioni fatte.

4°. Le differenze etniche si manifestano subito dopo, durante il primo anno di vita.

5°. Un maximum delle dimensioni di altezza viene raggiunto sì a Parma che a Milano, nei maschi fra il 26° anno compiuto ed il 36° non compiuto, e, nelle femmine, circa un decennio più tardi.

6°. Un maximum delle dimensioni, invece, che segnano la spessezza dei lobi laterali, sarebbe raggiunto, in entrambi i sessi, fra il 36° anno compiuto ed il 46° non compiuto, salvo quello che si riferisce all' istmo nei maschi, pel quale quel maximum si verifica nel decennio precedente.

7°. Il decremento si effettua gradualmente per piccole quantità sia a Parma che a Milano, e in tutte le parti principali dell'organo, tranne forse per l' istmo nei maschi studiati coi materiali di Milano, nei quali esso si dimostra più lento.

Sono note caratteristiche:

8°. A Parma ed a Milano e solo nelle femmine, attorno alla pubertà parrebbe verificarsi un notevole e rapido aumento sia nei diametri verticali dei due lobi laterali, sia nell'altezza (e a Parma anche nella spessezza) dell' istmo, il quale si manterrebbe sempre relativamente più sviluppato che nell'uomo fino alla più tarda età.

9°. In entrambi i territorî esaminati si riscontrò che nei casi di tubercolosi polmonare e di tifoide, le dimensioni della ghiandola sono per lo più tutte e contemporaneamente inferiori alle medie relative all'età a cui si riferisce l'individuo preso in considerazione.

10°. Le cifre assolute a Milano si trovarono sempre notevolmente più elevate che a Parma; si hanno così i seguenti valori massimi:

Dimensioni di altezza.

LOBO DI DESTRA				LOBO DI SINISTRA				ISTMO			
a Parma		a Milano		a Parma		a Milano		a Parma		a Milano	
maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine
40,19	41,62	62,19	63,19	39,70	39,90	58,87	62,20	13	21,90	25,60	32,11

Dimensioni di spessezza

LOBO DI DESTRA				LOBO DI SINISTRA				ISTMO			
19,21	18,50	26,98	23,97	16,30	16,10	25,19	24,10	9,50	12,94	18,43	20,03

11°. Il volume della tiroide, calcolato a centimetri cubici, è variabilissimo fra cifre estreme, che, dopo la età pubere, si possono valutare contenute a Parma fra un minimum di pochi centimetri cubici (4,05 o poco più) ed un maximum di oltre 31 cc.; ed a Milano fra un maximum di cc. 20 ed un maximum di cc. 50.

Negli individui morti di tubercolosi polmonare o di tifoide, la media di questo volume è relativamente bassa (in ragione del non aumentato peso e del più forte peso specifico dell'organo), essendo risultata a Parma di cc. 12,11 per i maschi e cc. 9,35 per le femmine, e a Milano rispettivamente di cc. 30,32 e cc. 20,96 (vedi annotazione 4ª).

12°. Coi materiali del contado milanese trovammo un notevole e rapido aumento di tutti i diametri principali della ghiandola subito dopo la nascita, durante il primo anno di vita e ciò in entrambi i sessi.

Appendice. — Per quell'interesse che può destare l'argomento registriamo qui sotto alcuni altri dati, che ci fu possibile desumere da materiali in discreta copia cortesemente avuti da Torino, da Bologna, da Napoli e da Palermo.

Li presentiamo riassunti nei seguenti prospetti:

1°. *Altezza dei due lobi* (a mm.).

LOBO DI DESTRA								LOBO DI SINISTRA							
a Torino		a Bologna		a Napoli		a Palermo		a Torino		a Bologna		a Napoli		a Palermo	
maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine
56,91	57,76	48,80	49,63	49,63	43	58,90	51,38	50,12	58,15	45,20	44,81	48,18	42,06	56,63	50,30

2°. *Spessezza dei due lobi* (a mm.).

LOBO DI DESTRA								LOBO DI SINISTRA							
23,25	25,07	16,03	16,73	11,18	10,66	18,72	14,53	20	23,11	15,30	14,33	10,86	10,80	19,09	14,46

3°. *Altezza dell'Istmo* (a mm.). 4°. *Spessezza dell'Istmo* (a mm.).

LOBO DI DESTRA								LOBO DI SINISTRA							
a Torino		a Bologna		a Napoli		a Palermo		a Torino		a Bologna		a Napoli		a Palermo	
maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine	maschi	femmine
18,41	22,69	14,53	18,86	18,36	16,46	22,20	20,91	10	10,84	5,63	6,92	7,09	6,33	8,90	5,50

IV.

Del Lobo piramidale.

Preliminari. — Non meno degli altri punti della ghiandola tiroide fu argomento di dispareri fra gli anatomici la morfologia di questa parte, di cui ora stiamo per trattare, e che venne designata colle indicazioni più svariate (*colonna*, *corda glandolosa*, *columna media*, *cornu medium*, *pyramis Lalouettii*, *appendice di Morgagni*, *lobus*, *processus pyramydalis*, *terzo lobo*, *appendicula*, *prolungamento mediano della ghiandola tiroide*, ecc.).

Così fatte divergenze dimostrò lo Zoia nel 1879 colle sue diligenti *Ricerche anatomiche sull'appendice della ghiandola tiroidea*, alle quali ci rimettiamo per i fedeli ricordi storici-bibliografici, che in esse sono contenuti; ed ancora oggi dopo quella pubblicazione, si può dire persistano sempre le antiche dubbiezze descrittive fra coloro che considerano la presenza della piramide sì come normale e quelli che ne fanno una eventualità, quasi diremmo, accidentale, più o meno frequente.

Dall'Eustachio, che primo la rappresentò nelle sue celebri Tavole, al Morgagni, che ripetutamente ne trattò e negli *Adversaria anatomica prima* (1706) e nelle *Epistolae anatomicae tertia et nona* (1740) dandone pure la figura, al Santorini (1724) al Winslow (1732) al Lalouette (1743) che parecchi anni più tardi la illustrò con nuova copia di osservazioni, al Gunz (1745) [1], all'Haller (1776-1778) e a tanti altri che poi si succedettero, fu tutta una serie di affermazioni disparatissime fino a che lo Zoia con un materiale di 147 osservazioni, raccolte nell'Istituto Anatomico di Pavia, credette di potere definitivamente togliere di mezzo ogni dissenso coll'affermare (e qui, per la loro importanza, amiamo trascrivere testualmente le conclusioni dell'autore):

[1] Il Gunz lesse la sua memoria il 26 maggio 1745 all'*Accademia reale delle Scienze di Parigi*, Memoria la quale venne pubblicata solo cinque anni più tardi (1750) nel medesimo volume in cui trovasi il lavoro del Lalouette, letto davanti alla stesa accademia fin dal 1743.

1°. Che si deve a Morgagni, e non a Lalouette, il merito di averci fatto conoscere per la prima volta in modo chiaro e preciso l'appendice della ghiandola tiroide.

2°. Che ai nomi di corda, o striscia, o piramide ghiandolosa, o processo piramidale o colonna, o corno, o lobo medio, o lobulo, o porzione media della ghiandola tiroide, usati dai varii autori, è preferibile quello di appendice glandolosa, impostogli dal Morgagni, come quello che meglio risponde alla sua natura, non curando la forma, che è variabilissima.

Per atto di doverosa riconoscenza si potrebbe anzi chiamarla *appendice di Morgagni*.

3°. Che la stessa appendice deve essere ascritta fra le parti normali del corpo, e non fra le varietà come è insegnato da molti autori.

4°. Che di norma essa è unica, eccezionalmente doppia o biforcata.

5°. Che è situata di solito a sinistra della linea mediana, ma frequenti volte trovasi a destra e più di rado nel mezzo.

6°. Che comunemente sorge dall'istmo e termina all'osso ioide, ma che può partire anche da uno dei lobi laterali e finire alla cartilagine tiroidea.

7.° Che ha un volume non sempre proporzionato allo sviluppo della ghiandola a cui è annessa.

8°. Che in generale consta degli stessi elementi della ghiandola tiroide, ma che tal volta vi si associano fibre muscolari striate, o tale altra agli elementi glandolari si sostituisce in piccola od in gran parte del tessuto connettivo addensato.

9°. Che quando l'appendice si distacca più o meno completamente dal suo punto d'origine costituisce glandole tiroidee accessorie.

10°. Che finora non si è trovata negli animali bruti, e quindi parrebbe caratteristica della specie umana.

11°. Che talvolta partecipa degli stati patologici della ghiandola tiroidea e talvolta no, precisamente come succede delle altre parti della ghiandola.

12°. Che fino ad un certo punto è talvolta esplorabile anche nel vivo.

Non è qui il luogo di prendere in esame particolareggiato ciascuna di queste proporzioni, le quali del resto sono il frutto di coscienziosa indagine; vedremo più avanti come esse possano venire modificate e completate secondo i criterî delle nostre particolari ricerche.

Ora ci basti solo ricordare che dopo quello dello Zoia, altri pregevoli lavori videro la luce, dai quali però non si ebbe ancora quell'accordo che era da desiderarsi, e che pareva facile ad ottenersi sopra semplici questioni di fatto.

Alludiamo sopra tutto alle ricerche dello Zuckerkandl (1879) [1], dello Streckeisen (1886), del Gaudier (1891) del Weibgen (1891), del Rivière (1893), del Mar-

[1] Queste per verità non furono posteriori, ma vennero pubblicate l'anno stesso, in cui scriveva lo Zoia: anzi a stretto rigore furono d'alcun po' anteriori, perchè recano la data del 19 febbraio, mentre la Memoria dello Zoia è del mese susseguente (marzo). Lo Zoia non fa alcun cenno dello Zuckherkandl; ma si comprende facilmente come, con sì lieve differenza di tempo fra le due pubblicazioni, egli potesse ignorare le indagini dell'altro, apparse, d'altronde, in una monografia speciale a parte (*Ueber eine bisher noch nicht beschriebene Drüse* ecc., Stuttgart).

shall (1895), del Rolando (1902), e ai trattatisti di questi ultimi anni, quali lo Ziegler, il Tillaux, il Gegenbaur il Debierre, il Quain, il Richter, l'Heitzmann, il Rauber, il Testut, il Romiti, l'His-Spaltehotz, il Simon (in Poirier), il Chiarugi, il Mc Clellan, il Sobotta, ecc.

Riserbandoci di richiamare con maggiore opportunità più innanzi le varie affermazioni di questi autori e di altri meno recenti, come quelle del Grüber (1840), dell'Huschke (1848), del Le Gendre (1852), del Verneuil (1853), del Luschka (1862), dell'Henle (1873), del Boèchat (1873) del Cruveillier (1874), del Sappey (1877) del Krause (1879) ecc., esponiamo subito, senza più, i risultati distintamente ottenuti dalla doppia serie delle nostre ricerche.

Verremo in ciascuna serie via via indagando: la *frequenza* del lobo piramidale; la sua *posizione* rispetto alla linea mediana, i suoi punti di *origine* e di *terminazione*, lo sviluppo in *altezza* (altezza assoluta) ed il probabile suo valore morfologico di fronte specialmente al fattore etnico e all'influenza delle età.

Rimanderemo poi lo studio delle anomalie speciali a questo lobo al capitolo riguardante le *varietà della tiroide* in generale.

Ricerche originali.

A). — *Osservazioni fatte con materiali della città o della provincia di Parma.*

Frequenza. Data l'incostanza del lobo piramidale, la prima più generica ricerca fu quella di sapere, com'era naturale, quante volte ci fosse occorso di riscontrarlo sulla totalità delle nostre osservazioni.

Ed in questa indagine sommaria diciamo che, sui 278 cadaveri esaminati del contado parmigiano, trovammo presente la piramide in 154 casi, nella proporzione, per tanto, del 55,36 %.

Distinguemmo poscia i maschi dalle femmine e, anche per ciascuno dei due sessi stabilimmo una percentuale a parte, che fu di 47,05 per gli uomini (64 casi di presenza della piramide su 136 osservazinni) e di 63,38 per le donne (90 casi di presenza della piramide su 142 osservazioni).

Non entriamo per il momento nella discussione di queste cifre, le quali, come vedremo, sono molto dissimili da quelle che analogamente rilevammo coi materiali del contado milanese; diciamo solo che in generale gli autori, per ciò che riguarda il grado di frequenza del lobo piramidale, si limitarono ad accertare i due dati, di cui ora abbiamo fatto cenno, senza ricercare altre differenze, che pure eventualmente avrebbero potuto riscontrarsi.

Il Weibgen solo, a quanto ne sappiamo, pensò di vedere se avesse importanza l'età: ma in proposito riteneva che un così fatto coefficiente *non potesse esercitare che poca influenza sulla percentualità della piramide in quanto che questa corrisponde, come già scriveva il Gegenbaur, ad una parte del cammino che l'organo percorre nella sua emigrazione sul canale aereo.*

Ed a prova di ciò, riferiva di 37 cadaveri di bambini (dell'età di 0 a 10 anni) in cui il *lobus medius* era presente solo in 12 casi (e per ciò nella proporzione del 32,43 %) (1).

Noi pure volemmo ripetere l'indagine sulla età; e come il Weibgen, riunimmo tutte le osservazioni riferibili agli individui più giovani, fino cioè all'11mo anno non compiuto.

D'altro canto però trovammo necesario mettere di fronte a questo un altro gruppo di osservazioni in cui fossero compresi gli individui vecchi della serie, dal 66° anno compiuto in poi, tenendo sempre distinti i maschi dalle femmine.

Orbene, a noi parve (contrariamente a quanto ne disse il Weibgen) di poter rilevare delle differenze abbastanza notevoli: la quale circostanza ci sembra importantissima non solo per ispiegare in parte le grandi disparità di percentuale fornite dagli autori, ma sì anche per affermare meglio il significato morfologico della piramide.

I materiali del primo gruppo (fino agli 11 anni non compiuti) comprendono 63 osservazioni e diedero una percentuale che per i maschi (30 osservazioni) fu di 83,03 e per le femmine (33 osservazioni) di 84,84: le quali cifre, come si vede sono molto elevate. Aggiungiamo poi, che nei neonati e nei nati da non oltre un anno il lobo piramidale si trovava presente in tutti senza alcuna eccezione.

I materiali del 2° gruppo (di individui con età superiore ai 66 anni), sono rappresentati complessivamente da 77 osservazioni, e le percentuali sulla presenza della piramide diedero la cifra di 18,91 pei maschi (37 osservazioni), per le femmine (40 osservazioni) quella di 55.

Non è mestieri far rilevare la grande differenza dei risultati ottenuti fra i due gruppi di osservazioni corrispondenti alle età estreme, differenza che ci sembra troppo forte, perchè possa essere attribuita a semplice casualità (2).

Avremmo desiderato discendere a ricerche più particolareggiate frazionando ulteriormente i varî periodi di età in gruppi più ristretti di anni, così da dimostrare la diminuzione graduale delle percentuali della presenza della piramide a traverso la vita; ma la pochezza delle osservazioni non ci consentì di farlo.

Il rapporto fra i due estremi della scala basta tuttavia alla dimostrazione di un fatto, che al Weibgen non è riuscito (co' suoi materiali forse troppo ristretti) di mettere in luce.

(1) Le osservazioni del Weibgen, a cui qui si allude, concernono: un neonato, un nato da non oltre un mese. due con un'età che varia da 2 a 6 mesi, cinque di bambini da 7 a 12 mesi, dieci che non avevano oltrepassato i due anni, due di circa tre anni, otto di 4, tre di cinque, e cinque altri bambini fra il 6° ed il 10° anno.

(2) Diamo qui, intorno alle osservazioni di questi gruppi speciali, alcuni maggiori ragguagli.

Fino ad 11 *anni non compiuti* erano: fra i *maschi* 10 neonati, 6 nati da non oltre un anno, 9 che non avevano oltrepassato il 6° anno di vita e 5 di bambini fra il 6° e l'11° anno non compiuto.

Tra le *femmine*, 8 neonate, 10 bambine di età non superiore ad un anno, 14 da 1 a 6 anni non compiuti ed un esemplare di bambina d'anni 10.

Dal *66° anno compiuto in poi* erano: fra i *maschi*, 27 nel primo decennio e 10 che non avevano oltrepassato il 76° anno; tra le *femmine*, 16 esemplari di donne fra il 66° anno compiuto ed il 76° non compiuto e 24 di un'età ancora più avanzata.

Che il lobo piramidale, del resto, in quanto concerne la sua presenza, possa risentire dell'influenza dell'età non è da meravigliare, quando si pensi alla sua origine come sezione di ghiandola legata alla gemma epiteliale mediana, a cui corrisponde il condotto tireoglosso, destinato a scomparire.

Non è in altri termini da meravigliare che alla nascita quella gemma mantenga ancora il suo rappresentante nella propaggine che segna il decorso di una porzione dell'antico canale escretore della ghiandola, e che poi, a traverso le ulteriori fasi della vita autonoma, la propaggine a poco a poco si atrofizzi (come già altri ammisero) (¹), e sempre più tenda a scomparire del tutto, dando così ragione di percentuali via via decrescenti.

Solo si deve forse ritenere che, nella donna (in cui la tiroide è, d'altronde, in generale un po' più sviluppata in confronto dell'uomo) il processo della atrofia fisiologica possa essere relativamente alquanto meno sentito, onde la percentuale, che riguarda la presenza del lobo piramidale, si mantiene più alta fino all'età estrema.

Posizione. — Un altro punto ricercato sulla morfologia della piramide fu quello della sua *posizione* rispetto alla linea mediana.

Per la valutazione di questo dato non potemmo profittare complessivamente che di 151 esemplari dei 154 dianzi esaminati, perchè in tre (in uno era assente anche l'istmo) la piramide era doppia, della quale condizione di cose verrà tenuto conto fra le anomalie della tiroide.

Senza dare soverchia importanza a così fatta ricerca, diciamo che la ricorrenza più comune fu quella dell'essere il lobo piramidale situato a *sinistra* negli uomini e a *destra* nelle donne, come dalle cifre qui specificatamente indicate.

	A sinistra	A destra	Sulla linea mediana	Totali delle osservazioni
Uomini	42	15	5	62
Donne.	36	44	9	89
Totali . . .	78	59	14	151

Parrebbe inoltre che le differenze fra un lato e l'altro sieno molto più sentite nel sesso maschile, in cui il predominio a sinistra è molto più forte di quello che non sia nelle donne il predominio a destra.

Ad ogni modo però in entrambi i sessi appare evidente la pochezza dei casi di perfetta corrispondenza colla linea mediana i quali non darebbero che la percentuale dell'8,06 nel maschio e del 10,11 nella femmina.

(¹) Era naturale che a questo concetto si pensasse dopo che furono note le leggi organogenetiche con cui si sviluppa la ghiandola tiroide; ma vi fu anche chi, indipendentemente da queste, sospettò che l'atrofia del processo piramidale potesse riferirsi ai ripetuti movimenti che compiono i muscoli trascorrenti davanti a questa porzione della tiroide, e perciò dipendesse da causa meccanica.

Origine. — Alla determinazione della posizione facemmo seguire quella della *origine* della piramide, secondo quanto venne fatto anche da altri autori, valutandola o dai varii punti dell'istmo oppure direttamente da uno dei due lobi laterali.

Le osservazioni utili per questa speciale indagine non furono, in tutto, che 148, perchè, oltre al non aver potuto tener conto dei tre casi sopra ricordati di piramide doppia, non potemmo nemmeno prendere in considerazione altri tre casi (uno di uomo e due di donne), in cui questa si presentava con duplice radice.

Anche qui i risultati, ai quali pure non vogliamo attribuire molta importanza, furono alquanto diversi nei due sessi, poichè mentre parve fra gli uomini ricorrere sopra tutto alquanto più frequente l'eventualità dell'avere la piramide il suo punto di origine in grande vicinanza del lobo di sinistra (21 volte sopra 61 casi) fra le donne invece si manifestò molto più comune l'insorgenza dalla porzione media dell'istmo (38 volte su 87 casi).

Le possibilità, del resto, meno consuete sarebbero quelle dell'origine della piramide da uno dei due lobi con frequenza relativamenre maggiore (specialmente nelle donne) dal lobo di destra.

Le cifre qui specificate riproducono fedelmente, anche sotto questo riguardo, le nostre conclusioni.

	Dall' istmo (porzione media)	Dall' istmo (in vicinanza del lobo di destra)	Dall' istmo (in vicinanza del lobo di sinistra)	Dal lobo di destra	Dal lobo di sinistra	*Totali*
Uomini . . .	19	10	21	6	5	61
Donne	38	22	13	10	4	87
Totali. . .	57	32	34	16	9	148

Terminazione. — Molto più importante di quello che riguarda l'origine riuscì lo studio che concerne il punto di *terminazione* della parte glandulosa della piramide.

Facendo astrazione dai tre casi più volte ricordati di piramide doppia, e da altri quattro casi di piramide biforcata in alto (2 di maschi e 2 di femmine) il numero totale delle osservazioni utili per questa indagine ammonta a 147, colle quali, distinguendo tre punti di terminazione, secondo che fosse avvenuta all'osso ioide (*punto superiore*), alla cartilagine tiroide (*punto medio*) o più sotto (*punto inferiore*), traemmo nei due sessi le seguenti cifre:

	Punto superiore (all' ioide)	Punto medio (alla cartilagine tiroide)	Punto inferiore (più sotto della cartilagine tiroide)	*Totali*
Uomini	25	18	17	60
Donne	41	26	20	87
Totali	66	44	37	147

È evidente qui l'accordo fra i due sessi nella frequenza maggiore che dànno le terminazioni più alte all'ioide in confronto colle altre che avvengono in punti più bassi, ed in ispecie sotto la cartilagine tiroide.

Un computo percentuale ci consente di stabilire che all'osso ioide la piramide termina: fra gli *uomini*, nella proporzione del 41,66 %, e fra le *donne*, nella proporzione del 41,12, mentre per ciascuno degli altri due punti la percentuale è molto più bassa, e cioè:

1°. Per la terminazione al *punto medio* (cartilagine tiroide)

30 % negli uomini e 29,78 % nelle donne.

2°. Per la terminazione al *punto inferiore* (sotto la cartilagine tiroide)

28,33 % negli uomini e 22,98 % nelle donne.

Ora se tutto ciò è possibile affermare nei due sessi, altre deduzioni non meno importanti ci fu consentito trarre distintamente in ciascun sesso, a seconda dei varî periodi di età.

Ed, in proposito, ci sembra di poter dimostrare che le terminazioni al punto superiore predominano, in generale, nelle prime età, in confronto di quelle che avvengono alla cartilagine tiroide o più sotto, le quali, invece, sono tanto più frequenti quanto più ci avviciniamo alle età avanzate, specialmente nel sesso maschile.

Il quadro riassuntivo, che qui presentiamo, e nel quale le varie età sono raccolte in tre grandi gruppi — *dalla nascita alla pubertà* (16° anno non compiuto) — *dal 16° anno non compiuto al 56° non compiuto* — e — *dal 56° non compiuto in poi* — ne dà la sommaria dimostrazione.

	UOMINI			DONNE		
	Terminazione al			Terminazione al		
	Punto superiore	Punto medio	Punto inferiore	Punto superiore	Punto medio	Punto inferiore
Dalla nascita alla pubertà (fino al 16° anno non compiuto)	*16*	7	2	*22*	4	2
Da 16 anni compiuti a 56 non compiuti	8	*9*	6	*16*	*9*	5
Da 56 anni compiuti in poi.	1	2	*9*	2	*14*	*13*
Totali	25	18	17	40	27	20
	60			87		

Da queste cifre si rileva:

1°. Che dalla nascita alla pubertà (fino al 16° anno non compiuto) negli *uomini* (sopra 25 osservazioni) 16 riguardano terminazioni della piramide all'osso joide, 7 alla cartilagine tiroide e soltanto 2 più sotto; nelle *donne* (sopra 28 osservazioni)

ben 22 comprendono terminazioni *superiori*, 4 terminazioni medie, e 2 terminazioni inferiori.

2°. Che nel secondo periodo (dal 16° anno compiuto al 56° non compiuto) si hanno: fra gli *uomini* (23 osservazioni) 8 casi di terminazione *superiore*, 9 di terminazione *media* e 6 di terminazione *inferiore*; fra le *donne* (30 osservazioni) 16 casi di terminazione *superiore*, 9 di terminazione *media* e 5 di terminazione *inferiore*.

3°. Che nell'ultimo periodo (dal 56° anno compiuto in poi) le cifre si modificano così da aversi: fra gli *uomini* (12 osservazioni) un caso solo a terminazione *superiore*, 2 a terminazione media e 9 a terminazione *inferiore*; fra le *donne* (29 osservazioni) 2 casi a terminazione *superiore*, 14 a terminazione *media* e 13 a terminazione *inferiore*.

La spiegazione di questi fatti si ha naturalmente pensando ancora ad una graduale atrofia, a traverso le età, della sostanza ghiandolare della piramide, come avviene nei lobi laterali.

Il tratto di piramide, che, discendendo dall'osso ioide, via via si rende atrofico, viene a poco a poco ad essere rappresentato dal solo tessuto fibroso, a cui non di rado si vedono associate delle fibre muscolari trasversalmente striate (Vegg. Annotazione 5ª).

A questo stesso processo di atrofia fisiologica aveva certo pensato già anche lo Streckeisen quando nel suo lavoro sulla *Morfologia della tiroide* (1886) fra le conclusioni scrisse (non essendogli, del resto, ancora note le ricerche dell'His sul canale tireoglosso) che « *die Fixation des Processus pyramidalis an die concave Fläche der Zungenbeins ist eine secundäre, bedingt durch Atrophie eines oberen vor das Zungenbein reichenden Theiles und durch den nach hinten Wirkenden Zug der Fasern der Regio subjoidea* ».

Ora è naturale ritenere (ripetiamo) che dopo la scomparsa, durante il periodo fetale, di un grande tratto del canale tireoglosso al di sopra dell'ioide, l'involuzione progredisca ulteriormente nella vita autonoma a traverso le età, e che così il punto superiore della piramide in principio corrispondente all'osso ioide, si sposti sempre più in basso verso i punti *medio* (cartilagine tiroide) ed *inferiore* (più sotto).

Altezza. — L'ultima ricerca sul lobo piramidale fu quella relativa all'altezza sua.

I risultati precedenti sul luogo di terminazione già ci fornirono il concetto di un maggiore o minore sviluppo nel senso verticale: ma affatto *relativo* ai punti ai quali il lobo terminava; per cui trovammo che, relativamente a questi ultimi, nelle prime età la piramide tende, colla sua estremità terminale, a raggiungere punti più elevati che non nelle altre età.

Ora dobbiamo prendere in considerazione l'altezza dell'appendice considerata nel senso assoluto della parola, come facemmo dei lobi laterali, e rilevarne la parabola evolutiva attraverso le età, e nei due sessi.

Per la non grande abbondanza dei casi ci serviamo delle medie aritmetiche determinandole prima in generale, senza tener conto dei sessi, e poi distintamente nei maschi e nelle femmine.

Ecco quanto ci risultò:

Prospetto 21°. — *Altezza del lobo piramidale* (medie aritmetiche) (in mm.).

ETÀ	A PARMA		
	Media pei maschi	Media per le femmine	Medie generali
Neonati	3,80	3.91	3 85
Da 6 giorni a 1 anno non compiuto	6,40	6,77	6,58
» 1 anno compiuto a 6 non compiuti	7,65	7,18	7,41
» 6 anni compiuti a 11 »	8,31	nessun caso	8,31
» 11 » » 16 »	9	9	9
» 16 » » 26 »	9,71	9,91	9 81
» 26 » » 36 »	*10,25*	10,15	10,20
» 36 » » 46 »	8,22	11,72	9.97
» 46 » » 56 »	7,97	15,04	11,40
» 56 » » 66 »	6,92	10,93	8,93
» 66 » » 76 »	6,80	8,72	7,76
» 76 » » in poi	3,21	6,11	4,66

Dal prospetto si dimostrano evidenti i seguenti fatti principali:

Il lobo piramidale segue, nella evoluzione della sua altezza, una parabola determinata, che fatta astrazione dai sessi, segna il suo maximum fra i 46 anni compiuti ed i 56 anni non compiuti con una media di mm. 11,40.

Distinguendo però i maschi dalle femmine, i primi verrebbero a segnare il maximum dell'altezza del lobo piramidale nel decennio che corre fra il 26° anno compiuto e il 36° non compiuto con una cifra di mm. 10,25; mentre tra le femmine ciò si verificherebbe molto più tardi (da 46 a 56 anni) e con una media molto più alta, cioè di mm. 15,04.

Le donne adunque dimostrerebbero un predominio anche nel lobo piramidale come nelle altre parti della ghiandola.

Il periodo involutivo, principiato prima per i maschi e dopo per le femmine, procederebbe graduale come graduale è quello che segna le fasi dell'incremento, senza manifeste e notevoli saltuarietà in alcun periodo della vita.

Nell'età estrema si rileva nella femmina una riduzione dell'altezza meno forte che nel maschio, e ciò in ragione del relativo maggior sviluppo che nella donna assume l'altezza del lobo piramidale.

Nel complesso possiamo, riassumendo, affermare che anche la piramide (quando non scompaia, giusta quanto dimostrano le percentuali notevolmente diverse fra loro dalla nascita all'ultima età) si uniforma presso che esattamente nello sviluppo alle stesse fasi, che notammo seguite dall'altezza dei lobi laterali.

B). — *Osservazioni fatte con materiali della città o della provincia di Milano.*

Frequenza. — Seguendo la traccia delle ricerche precedenti, anche in questa seconda serie di osservazioni determinammo innanzi tutto, sulla presenza della piramide, una prima cifra percentuale generica, la quale fu del 75,49, perchè, sopra un complesso di 306 osservazioni, trovammo rappresentata la piramide stessa in 231 casi.

Di questi ultimi, 110 riguardano i maschi (su 156 osservazioni) e 121 le femmine (su 150 osservazioni), onde da un computo ulteriore riuscì facile stabilire che, nei primi, la piramide ricorse nelle proporzioni del 70,71 %, e, nelle altre, in quella dell'80,66.

Tali sono i primi risultati, i quali, se non s'accordano nel valore assoluto delle cifre con quelli ottenuti precedentemente (ed in ciò noi vogliamo riconoscere la ragione etnica) vi si uniformano però nel predominio di percentuale che presenta il sesso femminile sul maschile, sì che una differenza sessuale, anche nella morfologia del lobo piramidale, viene ora nuovamente dimostrata.

Ma procediamo nella ricerca, e veniamo, come già facemmo più sopra, a stabilire le differenze nelle due età estreme.

I raffronti caddero fra un complesso di 101 osservazioni fatte su individui con età diverse, che giungevano fino all'11° anno non compiuto, ed un altro gruppo di 46 comprendente individui dell'età più avanzata, dal 66° anno compiuto in poi.

I risultati furono, anche in questa indagine, molto significativi a dimostrare una grande differenza di percentuali nella presenza del lobo piramidale, poichè per le prime età ottenemmo nei maschi (52 osservazioni) una cifra del 90,38 %, e nelle femmine (49 osservazioni) quella dell'85 %, mentre per le età ultime non avemmo che il 39,13 % nei maschi (23 osservazioni) ed il 65,41 % nelle femmine (23 osservazioni).

È da notarsi poi che un fortissimo contingente di casi in cui la piramide era presente fu dato dai neonati e dai nati da non oltre un anno, tanto che, in queste condizioni, la trovammo, se non del tutto, quasi costantemente [1].

Non ripetiamo ora le considerazioni che ci venne opportunità di fare confrontando, sul proposito dell'età, le nostre colle osservazioni del Weibgen.

[1] Le osservazioni, di cui qui parliamo riguardano specificatamente i seguenti casi:

Fino ai 16 anni non compiuti: fra i *maschi* erano: 22 neonati, 18 bambini da 6 giorni ad un anno non compiuto, 10 di un anno compiuto fino a 6 non compiuti e due di oltre 6 anni.

Fra le *femmine*: 26 neonate, 10 che non avevano oltrepassato il primo anno di vita, 8 bambine comprese fra un anno compiuto e 6 non compiuti e 5 fra i 6 compiuti e gli 11 anni non ancora finiti.

Le osservazioni, relative ad individui di oltre 66 anni, si riferiscono: fra i *maschi* a 21 casi di uomini morti prima del 76° anno compiuto e a 2 casi di età più avanzate.

Fra le femmine: 18 non giungevano al 76° anno e 5 avevano oltrepassato questa età.

Ci limitiamo ad osservare l'accordo che, anche per questo rispetto, si mantiene fra le due serie di osservazioni di cui rendiamo conto, accordo che appare tanto più completo in quanto si rileva anche qui che l'abbassamento della percentuale sempre forte in entrambi i sessi si manifesta maggiore per il sesso maschile.

Ricordiamo infatti, che coi materiali del contado parmigiano avemmo pure una cifra molto ridotta del 18,914 % nei maschi delle ultime età, in confronto di quella che si ebbe nelle femmine delle stesse età avanzate, nelle quali la riduzione non discese che al 55 %.

Posizione. — Rispetto alla posizione della piramide, i risultati di questa seconda serie di osservazioni rispondono un'altra volta in modo rigoroso a quelli ottenuti precedentemente.

Non potemmo profittare che di 225 esemplari sulla totalità dei 231, perchè in sei la piramide era duplice (tre maschi e tre femmine); ma ad ogni modo il numero complessivo dei casi studiati (107 fra gli uomini e 118 fra le donne) è sufficiente per venire a conclusioni attendibili.

Le quali risultano evidenti dal seguente specchio:

	A sinistra	A destra	Sulla linea mediana	*Totali*
Uomini . . .	*83*	14	10	107
Donne	42	*65*	11	118
Totali . .	125	79	21	225

Per quanto, come facemmo osservare, non si debba forse attribuire grande importanza ai particolari che riguardano la posizione precisa della piramide, quando naturalmente questa non si sottragga alle nozioni generali, che la indicano sì come appendice che si dirige dal basso all'alto, davanti al condotto aereo, pure non possiamo astenerci dal far notare che si ripetono esattamente i fatti: 1° del presentare l'appendice stessa, fra gli *uomini*, una forte prevalenza di posizione a *sinistra;* 2° del verificarsi, invece, fra le *donne*, così fatta prevalenza a favore del lato di *destra*, in proporzioni però non molto sentite; 3° dell'essere ad ogni modo relativamente molto rara l'eventualità che la piramide risponda in modo esatto alla linea mediana.

Origine. — Anche per ciò che concerne l'ulteriore indagine sul punto di origine della piramide, non abbiamo che pochi fatti da registrare i quali desumemmo da un complesso di 219 osservazioni, avendo dovuto eliminare dal numero complessivo di 231 oltre i sei casi, più sopra ricordati, di piramide duplice, altri sei (due di maschi e quattro di femmine) in cui questa presentava due radici.

Ecco le note riassuntive:

	Dall'istmo: porzione media	Dall'istmo: in vicinanza del lobo di destra	Dall'istmo: in vicinanza del lobo di sinistra	Dal lobo di destra	Dal lobo di sinistra	*Totali*
Uomini . . .	32	20	*35*	10	8	105
Donne	*37*	*37*	23	9	8	114
Totali . .	69	57	58	19	16	219

Ad una leggera prevalenza di origine della piramide dall'istmo, ma in grande prossimità del lobo di sinistra, quale si verifica nei *maschi* (35 casi sopra un complesso di 105), fa riscontro nelle *femmine* un più forte predominio di insorgenza dalla porzione centrale dell'istmo, oppure da un punto di questo che è molto prossimo al lobo di destra con 74 casi (37 per ciascuna delle due eventualità) sopra 114 osservazioni.

L'origine ben definita dal lobo di destra è poi, in entrambi i sessi, alquanto più frequente di quella che ha luogo dall'altro lato, le quali particolarità collimano sostanzialmente con quelle in modo analogo rilevate coi materiali del contado parmigiano.

Terminazione. — Passando ora all'esame dei punti di terminazione della porzione glandolosa della piramide, dobbiamo dire anzi tutto che lo studio di questi particolari ci fu consentito in 219 esemplari (105 di uomini e 114 di donne) avendo eliminato dalla somma totale delle nostre osservazioni, naturalmente, i sei casi di piramide doppia, ed altri sei casi (due di maschi e quattro di femmine) in cui essa si presentava biforcata in alto.

Col primo risultato generale riconfermiamo sostanzialmente, in ciascuno dei due sessi, il maggiore contingente che dànno le terminazioni *superiori* (all'osso ioide) in confronto delle altre (alla cartilagine tiroide o più sotto) in misura decrescente, ben determinata, giusta le seguenti cifre:

	Punto superiore: all'ioide	Punto medio: alla cartilagine tiroide	Punto inferiore: più sotto	*Totali*
Uomini	70	20	15	105
Donne.	78	27	9	114
Totali . . .	148	47	24	219

Traendo da questi dati le relative percentuali risulta:

1°. Che negli *uomini* la terminazione al punto *superiore* si ha nel 66,66 %: quella al punto *medio* nel 19,04 %; e l'ultima nel 14,48 %;

2°. che analogamente, nelle *donne*, la piramide termina al punto *superiore* nella proporzione del 68,42 %; al punto *inferiore* in misura del 7,89 %.

L'esame comparativo di così fatte cifre con quelle ottenute precedentemente in questo medesimo ordine di ricerche ci consente ora di stabilire che, mentre, come si disse dianzi, i risultati nelle generali collimano perfettamente, alla *terminazione superiore* della piramide tendono però più le osservazioni fatte nel contado milanese che non quelle dell'altra serie.

In quanto alle età (considerate anche qui distinte in tre grandi periodi: *a*) dalla nascita al 16° anno non compiuto; *b*) dal 16° anno compiuto al 56° non compiuto; *c*) dal 56 compiuto in poi) i risultati complessivi ci portarono ad affermare le seguenti cifre, distintamente fra gli uomini e fra le donne.

	UOMINI			DONNE			TOTALI
	Terminazione al			Terminazione al			
	Punto superiore	Punto medio	Punto inferiore	Punto superiore	Punto medio	Punto inferiore	
Dalla nascita alla pubertà (fino al 16° anno non compiuto)	*44*	5	1	*46*	—	—	96
Da 16 anni compiuti a 56 non compiuti . .	*22*	*13*	1	*20*	*17*	4	77
Da 56 anni compiuti in poi.	4	2	*13*	*12*	*10*	5	46
Totali	70	20	15	78	27	9	219

Sono evidenti le deduzioni, che se ne possono trarre, e cioè:

1°. Nel primo periodo di età, e nei due sessi, la terminazione del lobo piramidale all'osso ioide rappresenta indistintamente la regola, la quale se è presso che costante nell'uomo (50 osservazioni) si fa assoluta nella donna (46 osservazioni).

2°. Nel periodo successivo si manifesta, sì nell'uomo che nella donna, una tendenza abbastanza forte alle terminazioni medie, per quanto il numero dei casi riguardanti quelle superiori sia ancora il più elevato (36 osservazioni per i maschi e 41 per le femmine).

Altezza. — Resta ora da determinarsi l'altezza assoluta del lobo piramidale, per la quale (occorre dirlo sùbito) tenendo conto dei risultati complessivi, sia generali sia speciali nei due sessi, riuscimmo a precisare delle cifre medie, che sono *tutte* superiori a quelle ottenute corrispondentemente colla prima serie delle nostre indagini.

Ciò è in perfetta armonia con quanto vedemmo sulle differenze di sviluppo della tiroide nei due territorî diversi presi in esame; ma facendo astrazione dal valore assoluto delle cifre, le fasi evolutive del lobo piramidale seguono anche qui delle leggi ben determinate, chè raggiunge un maximum di mm. 25,14 nei maschi fra il 26° anno compiuto ed il 36° non compiuto, e nelle femmine quello di 26,79 nel ventennio successivo.

La media generale dell'altezza assoluta massima della piramide, a prescindere dai sessi, sarebbe di circa mm. 25.

Il periodo involutivo procederebbe graduale fino a segnare una cifra più bassa nei maschi che nelle femmine, le quali del resto, dimostrerebbero in generale sempre un certo predominio anche nell'altezza del lobo piramidale, come in quella dei lobi laterali.

Maggiori e più minuti particolari risultano dal sottostante prospetto, che, anche per queste, vogliamo unito a complemento delle nostre ricerche.

PROSPETTO 22°. — *Altezza del lobo piramidale* (*medie aritmetiche*) (*per mm.*) *a Milano.*

ETÀ	Media pei maschi	Media per le femmine	Media generale
Neonati.	6,64	6,48	6,56
Da 6 giorni a 1 anno non compiuto	8,40	8,33	8,37
» 1 anno compiuto a 6 non compiuti	16,10	15,71	15,90
» 6 anni compiuti a 11 » »	17	21,11	19,05
» 11 » » 16 » »	20,10	22,30	21,20
» 16 » » 26 » »	22,05	24,13	23,10
» 26 » » 36 » »	*25,14*	24,69	24,90
» 36 » » 46 » »	23,10	25,81	*24,46*
» 46 » » 56 » »	22,90	*26,79*	24,84
» 56 » » 66 » »	22	24,51	23,25
» 66 » » 76 » »	17,71	24,08	20,99
» 76 » » in poi	3 (un solo caso)	19,50 (due soli casi)	11,25

CONCLUSIONI.

Dai fatti sopra esposti sulla *morfologia del lobo piramidale* non è difficile stabilire ora i seguenti dati riassuntivi:

1°. Il *lobo piramidale* risente della atrofia fisiologica, forse più di tutte le altre sezioni della tiroide.

2°. Esso varia notevolmente, in quanto a grado di frequenza, nei due territorî esaminati, poichè nel contado di Parma lo vedemmo ricorrere nella proporzione del 55,36 °/₀, mentre nel contado milanese lo fu in quella del 75,49.

3°. Sì nell'uno che nell'altro ordine di ricerche trovammo una percentuale di piramidi, più o meno sviluppate, relativamente più alta nelle donne che negli uomini, e specificatamente:

A *Parma* col 47,05 °/₀ nei maschi, e col 63,38 °/₀ nelle femmine;

a *Milano* col 70,51 °/₀ nei primi e coll' 80,66 °/₀ nelle altre.

4°. Secondo le nostre ricerche parve variare la frequenza della piramide anche a norma delle età, e ciò si rese evidente mettendo fra loro a riscontro le età estreme e le prime età.

5°. Nelle prime età, infatti, si ebbe a Parma pei maschi la percentuale dell' 83,03 e per le femmine quella dell' 84,84, mentre nelle età più avanzate le rispettive cifre si ridussero a 18,91 nei primi e a 55 nelle altre.

Analogamente coi materiali di Milano si ottenne la percentuale del 90,38 fra i maschi del primo periodo e quello dell'85,71 fra le femmine dello stesso periodo, essendo risultate le proporzioni rispettive del 39,13 % e del 65,41 % colle osservazioni fatte in individui delle età più avanzate.

6°. Nelle due serie delle nostre osservazioni il lobo piramidale risultò situato a sinistra della linea mediana più frequentemente che a destra negli *uomini*, con una proporzione numerica abbastanza forte; avrebbe, invece, nelle *donne* una posizione prevalente a destra con una differenza numerica però fra i due lati molto meno sentita.

In tutti e due i sessi, ad ogni modo, la perfetta rispondenza alla linea mediana rappresenta una condizione affatto eccezionale.

7°. In quanto al punto di *origine* prevalsero nei *maschi* i casi in cui questo corrispose all' istmo in grande prossimità del lobo di sinistra, e ciò sì a Parma che a Milano.

Nelle *femmine* il predominio fu dalla porzione centrale dell' istmo, coi materiali del contado parmigiano ed in identiche proporzioni da questa stessa porzione e dal tratto che si trovò in grande vicinanza del lobo di destra, coi materiali del contado milanese.

L' insorgenza dei lobi laterali rappresentò sempre il caso più raro, specialmente quella dal lobo di sinistra.

8°. Il punto di *terminazione* della porzione glandolosa della piramide fu trovato, in generale, tanto negli uomini, quanto nelle donne, più frequentemente ricorrere all'osso ioide (*punto superiore*), e questa terminazione apparve più fortemente sentita nelle osservazioni del contado milanese, ma si rilevò anche che, a seconda della età, si verifica una tendenza alle terminazioni più basse, quanto più si considerino le età avanzate, e ciò in modo più specialmente manifesto coi materiali del contado parmigiano.

9°. *L'altezza* assoluta del lobo piramidale segnò una parabola conforme a quella dei lobi laterali, con una fase di incremento, che raggiunge il suo maximum fra i 26 anni compiuti ed i 36 non compiuti nei maschi, ed un ventennio più tardi nelle femmine.

Le cifre però furono molto più basse colle osservazioni fatte a Parma in confronto di quelle ottenute coi materiali di Milano, onde il grado diverso di sviluppo del lobo piramidale è in armonia con lo sviluppo delle altri parti della ghiandola nei due territorî presi in considerazione.

Appunti critici. — Alle *conclusioni*, ora riferite, giova far seguire alcuni appunti tolti dagli autori, appunti coi quali, se da un lato è possibile dimostrare la indeterminatezza, che ancora sussiste sulla morfologia del lobo piramidale, dall'altro è facile mettere in evidenza l' incompletezza delle nozioni, che si hanno intorno a questa stessa porzione della tiroide.

Circa il *grado di frequenza* ci rimettiamo a quanto ne scrisse lo Zoia (pag. 15) per rilevare le diverse ed opposte espressioni, che si sono adoperate ad indicarlo;

onde da chi ritenne la piramide quasi costante si riesce ad altri che la dichiararono semplicemente frequente od anche assai rara ([1]).

E gli stessi contrarî aprezzamenti si ripetono ancora oggi, dopo lo Zoia, fra i più moderni, come ad es., il dott. Evant, che la considera sì come una *varietà morfologica;* il Sobotta che la dichiara non rara; il Chiarugi che la dice *presente in più della metà dei casi;* il Romiti che la ammette *quasi costantemente* come già il Boéchat; il Quain ed il Luciani i quali si limitarono ad affermare che *spesso* si eleva un esile processo conico..; il Richter che di questo *lobo conoide* fa una produzione *abnorme;* lo Ziegler che dichiara la piramide *frequentissima;* il Merckel il quale riconosce presente il lobo mediano nei *quattro quinti dei casi,* e, sùbito dopo, aggiunge che *non è una varietà, come finora venne descritta,* sì bene una sezione dell'organo, che, data la sua frequenza, va posta *fra le formazioni normali;* il Rolando che viene alle stesse conclusioni; il Mc Clellan che dice *molto spesso si ha un lobo piramidale mediano acccessorio* ecc. ecc. Ma molti autori poi aggiungono delle cifre percentuali, sia pur generiche, ma anche in così fatte indicazioni si leggono i più disparati pareri.

Così dal Gruber, che nel 1845 studiando a Praga la varietà dell'arteria tiroidea ima e della cricotiroidea in 100 cadaveri, vide ricorrere la piramide 40 volte; dal Luschka, che la dichiarò presente in un terzo circa dei casi (33,33 %) si viene, per tacere di altri autori, allo Streckeisen, che sopra 153 osservazioni, trovò la piramide 104 volte e per ciò quasi nella proporzione del 69 %, oppure in quella del 79 %, quando si voglia tenere conto dei casi di *tiroidi accessorie,* corrispondenti alla piramide; allo Zuckerkandl, che con un complesso di 200 osservavioni (100 sopra adulti e 100 sopra fanciulli) fissò il 74 %; al Weibgen, che fra 205 cadaveri rinvenne il lobo piramidale 75 volte e cioè nel 36,6 %, sì che, sorpreso delle grandi disparità di cifre trovate dai diversi autori, scrisse, che, stando alle loro asserzioni, la presenza della piramide dovrebbe variare nelle proporzioni del 33 al 74 %; al Giacomini, che, avendo studiato 15 individui di razza nera (9 donne e 6 uomini) rinvenne l'appendice della tiroide in sette casi (4 donne e 3 uomini) e cioè nel 46,66 %; al Marshall, che per 60 fanciulli da 0 a 10 anni segnò la percentuale del 43; al Chemin (citato dal Simon) che avrebbe notato la assenza della piramide solo tre volte su 40 casi; al Rolando, che sopra *100 individui* trovò l'appendice 67 volte, ecc. ecc. ([2]).

([1]) Fra gli antichi basterebbe ricordare il Morgagni, il quale *in un grandissimo numero di sezioni* non notò la mancanza della piramide che in *sei* individui, ed il Gunz, a cui capitò di vederla solo *tre volte.*

([2]) La grande variabilità delle percentuali sulla presenza del lobo piramidale nell'adulto ci viene pienamente confermata anche dalle osservazioni che avemmo da altri territorî italiani, e delle quali già precedentemente profittammo.

Così a Torino, fra uomini e donne (28 osservazioni) avemmo il 71,43 %; a Brescia (26 osservazioni) il 58,33 %; a Bologna (46 osservazioni) il 51,50 %; a Palermo (23 osservazioni) il 39,13 %; a Firenze (6 osservazioni, compreso un giovinetto di 16 anni) il 33,33 %; a Napoli (37 osservazioni) il 32,48 %; e a Cagliari (6 osservazioni) il 20 %.

Così si comprenderebbe come il dott. Evant, che faceva le sue osservazioni a Napoli, possa avere compreso la *presenza del lobo medio fra le varietà morfologiche della ghiandola tiroide.*

Indicarono anche alcuni osservatori le differenze sessuali, e pure in questo ordine di ricerche i risultati furono dispari.

Calcolando i 77 uomini e le 42 donne studiate dal Zoia, nei quali rispettivamente quest'autore trovò presente la piramide 56 e 36 volte, si può dedurre la proporzione del 73 % per i primi e dell'86 % per le altre.

Lo Streckeisen, poi, riconobbe superiore la percentuale dei maschi, pei quali, tenendo conto di tutte le osservazioni, trovò la cifra di 82,20, mentre nelle femmine non ebbe che quella del 75,60 [1].

Sulle eventuali differenze a seconda delle età già accennammo all'opinione del Weibgen, che non è in accordo coi risultati delle nostre ricerche, ed ora, egualmente contraria, dobbiamo ricordare la cifra del 43 % data dal Marshall, il quale (non alludendo però menomamente a questioni di età) parlò tuttavia di un gruppo di osservazioni comprendente solo dei bambini da 0 a 10 anni.

E non conformi ai nostri sarebbero pure i risultati ottenuti dallo Zuckerkandl, che sulla percentualità della presenza del lobo piramidale fra 100 adulti e 100 neonati, o delle prime settimane di vita, non avrebbe notato una differenza valutabile.

Dalle osservazioni del Rolando rileverebbesi invece fra le età una non trascurabile differenza nella percentualità della piramide, poichè, tenutosi conto delle specificazioni fornite tra i *feti* (di 8 o 9 mesi), i *bambini* e gli *adulti*, nei primi (10 casi) l'appendice sarebbe mancata 2 volte, nei secondi (33 casi) 10, e negli ultimi (55 casi) 21 volte.

Donde si ricaverebbero le percentuali rispettive nella presenza della piramide: dell'80 % nei *feti;* del 69,69 % nei *bambini;* e del 61,81 % negli *adulti.*

Nè ora possiamo sottacere che anche dalle diligenti osservazioni raccolte a Palermo, risulta la *costante* presenza del lobo piramidale in tutte le otto osservazioni di neonati (da 2 a 26 giorni) che ci vennero mandate, mentre, come vedemmo più sopra, negli adulti esso non fu trovato che nella proporzione del 39,13 %.

Anche su altri particolari da noi presi in considerazione, si pronunciarono gli anatomici, e specialmente sulla *posizione* e sui *punti* di *origine* (laterale e mediana) e di *terminazione* della piramide.

Per ciò che riguarda la *posizione* il Gruber (citato dall'Henle) avrebbe trovato che il lobo piramidale (fra 40 casi di presenza su 100 osservazioni) 21 volte era

[1] Circa le differenze sessuali degli altri centri di osservazione, non possiamo pronunciarci in modo sicuro, perchè troppo esiguo è il materiale da cui trarre una norma.

Tuttavia, riferendoci ai territorî, dove quel materiale fu meno scarso, dovremmo noi pure confermare una certa quale indeterminatezza, poichè se ad es., a Brescia la piramide delle donne adulte (17 casi) esisteva nella proporzione del 71,42 % e negli uomini pure adulti (8 casi), in quella del 50 %; a Bologna, a Napoli, a Torino ed a Palermo il predominio si manifestò a favore dei maschi.

A Bologna, infatti, si ebbe per questi (30 casi) il 53,33 %, e per le femmine (16 casi) il 50 %.

A Napoli per i primi (22 osservazioni) il 40,90 %, e per le altre (15 casi) il 20 %.

A Torino rispettivamente il 90,99 % (12 casi) ed il 61,53 % (13 casi).

A Palermo il 45,44 % nei maschi (12 casi) ed il 35 % nelle femmine (11 casi).

posto a sinistra (14 donne e 7 uomini), 10 a destra (6 uomini e 4 donne) e 9 sulla linea mediana (5 uomini e 4 donne).

Lo Zoja in 107 casi di piramide unica la vide 57 volte a sinistra (28 uomini, 19 donne, 1 bambino, 4 bambine, e 5 fetini); 41 a destra (21 uomini, 13 donne, 4 bambini, 1 bambina, e 2 fetini) e 5 nel mezzo (uomini).

Il Rolando invece nei suoi 67 individui esaminati provveduti di appendice, trovò questa *20 volte sulla linea mediana, 36 volte a destra e 12 a sinistra.*

Gli altri autori si limitarono in generale a dichiarare che il lobo, di cui si tratta, si trova per lo più a sinistra, come già aveva raffigurato l'Eustachio ed in conformità alle osservazioni del Morgagni e del Santorini (Haller, Mekel, Caldani, Henle, Guiart, His-Spaltehotz, Weibgen, Sobotta, Simon, ecc. ecc.).

In quanto *all'origine* della piramide già il Morgagni (Epist. anat. IX, Venetiis, MDCCXL) la indicava *ora dall'istmo, altre volte da uno dei due lobi* ed il Lalouette la ammetteva dalla *porzione tiroidea del lato sinistro*, così come ad origini laterali più frequenti accennarono, fra gli anatomici moderni, lo Streckeisen, lo Zuckerkandl, il Gaudier ed il Weibgen.

Lo Streckeisen, infatti, dalle sue osservazioni constatò che la piramide sorgeva 49 volte (27 maschi e 22 femmine) dal lobo di destra, 47 (24 maschi e 23 femmine) dal lobo di sinistra, e 7 (4 maschi e 3 femmine) dall'istmo.

Lo Zuckerkandl scrisse che *con la massima frequenza* la *propaggine* (piramidale) *sorge dal lobo di sinistra, spesso dall'istmo tiroideo o dal lobo di destra.*

Il Gaudier pure affermò che *nella maggior parte dei casi* la piramide procede *da un lobo* laterale; *più raramente dal lobo mediano* (istmo) e cioè, su 33 casi esaminati, 16 volte dal lobo di destra (9 uomini, 5 donne e 2 bambini) 15 dal lobo di sinistra (10 uomini, 4 donne ed 1 bambino) e 2 dal lobo medio (2 fanciulli).

Il Weibgen dichiarò che *generalmente nasce da un lobo laterale, più spesso da quello di sinistra... nasce anche dall'istmo ed allora tiene la linea mediana...*

Ma così fatte affermazioni non sono in accordo con quelle di altri autori, come, per limitarci a pochi, l'Henle, pel quale l'origine della piramide si effettua o dell'istmo o dai margini laterali dei lobi laterali, come ammise il Cruveilhier scrivendo che la piramide *nasce talora dall'istmo, talora dall'uno o dall'altro dei lobi, sopra i lati dell'istmo*;

il Le Gendre, che ammette una frequenza di origine pari fra i due lobi e rara dall'istmo;

il Marshall, che ritiene pressochè numericamente equivalente l'origine dall'*istmo, e da uno dei lobi laterali*;

lo Zoja, a cui invece risultò sorgere *l'appendice ordina riamente dal margine superiore dell'istmo e dal punto di unione fra l'istmo e uno dei lobi, molto più di rado direttamente da uno dei lobi*;

il Simon, che fa nascere pure la piramide di *solito* dal margine superiore *dell'istmo*, aggiungendo però che talora *sorge dalla sua faccia anteriore o anche a spese di uno dei due lobi laterali, di cui essa prolunga qualche volta il corno superiore*;

il Rolando che su 67 casi, rilevò in 29 il punto di origine ricorrere all'unione tra l'istmo ed il lobo di destra; in 20 riscontrarsi al margine superiore dell'istmo; ed in 12 fra l'istmo ed il lobo di sinistra, ed in 6 al margine antero-interno del lobo di destra;

il Mc Clellan che *fa partire il lobo piramidale dal punto di unione dell'istmo del lobo di sinistra* ecc. ecc.

E così potremmo continuare a registrare delle contraddizioni sopra questo punto le quali non fanno che dimostrare sempre più i dispareri degli anatomici sulla morfologia della tiroide.

Meno discordi, però, furono, fra gli autori, le valutazioni sul punto di *terminazione* della piramide.

A cominciare dal Morgagni, diciamo che questi, mentre, in termini generali, vide *l'appendice nella maggior parte dei casi giungere* assai in alto, in alcuni però la notò o *terminante al di sotto della cima di cartilagine tiroide, o tanto breve e piccola da parere piuttosto un rudimento dell'appendice anzichè essa appendice* (Zoja). Il Lalouette invece non accenna se non a terminazioni superiori, anzi sembrerebbe che non gli sieno capitate che così fatte modalità, poichè, dopo aver indicata una certa tal quale differenza fra la piramide della donna e quella dell'uomo, la fa terminare, in entrambi i sessi, al legamento dell'epiglottide, fra essa e l'osso ioide.

Trascriviamo il brano testuale:

« . . . . . *io trovai nelle donne che era una piramide molliccia emanata dalla porzione tiroide del lato di sinistra, larga circa 4 linee e lunga circa un pollice e mezzo, la cui punta va a terminare perpendicolarmente al legamento dell'epiglottide, fra essa e l'osso ioide; negli uomini mi parve fosse una striscia piatta, piuttosto che una piramide, larga circa due o tre linee, terminante allo stesso luogo* ».

Il Gunz ripeteva presso a poco le stesse idee, riconoscendo che *quando si trova* la corda glandolosa (la piramide) questa è *attaccata per mezzo di un legamento molto forte alla faccia posteriore della base dell'osso ioide*, come alcuni anni prima il Santorini aveva affermato che si *protendeva nel cavo* dell'osso ioide.

Ed ora bisogna venire agli anatomici più recenti per avere in argomento nozioni più particolareggiate e più precise, in conformità alle distinzioni già da noi segnate.

Per non citarne che alcuni, ricordiamo anzi tutto l'Henle, che dichiarava il lobo medio giungere *talora fino al margine superiore della cartilagine tiroide e talora fino all'osso ioide.*

Il Sappey ammetteva che la piramide si attacca ora alla parte inferiore della cartilagine tiroide ora all'incisura del suo margine superiore o alla membrana tiroidea, ora, infine, e più frequentemente, al corpo dell'osso ioide.

Il Boéchat si limitava a riconoscere che il prolungamento designato col nome di piramide del Lalouette risale più o meno in alto davanti alla laringe.

Lo Zoia vide la piramide *terminare sempre all'osso ioide*, la qual cosa gli capitò di osservare nel *massimo numero* dei casi, o *alla cartilagine tiroide*, o, quando era duplice, *ad ambedue questi organi*, e precisamente sopra 109 casi: all'osso ioide 87 volte (48 uomini, 26 donne, 5 bambini, 2 bambine, 6 fetini); alla cartilagine

tiroide 19 volte (8 uomini, 7 donne, 3 bambine e 1 fetino); alla cartilagine tiroide ed all'osso ioide 3 volte (donne).

Lo Streckeisen sopra 104 casi, soltanto in 16 non rilevò la connessione della piramide con l'osso ioide, *a cui di regola si attacca*, ed in questi 16 casi la terminazione si effettuava *in un qualunque punto corrispondente allo spazio fra ioide e ghiandola*.

Lo Zuckerkandl riconobbe di gran lunga superiore a tutte le altre terminazioni quella all'osso ioide, poichè, calcolando tutt'insieme i casi di presenza della piramide riscontrati in 200 cadaveri, ben 131 volte si verificò una così fatta eventualità, e solo in 18 casi la piramide termina o *al ligamentum conicum, o a metà, oppure al margine superiore* della cartilagine tiroide ([1]).

Il Gaudier si uniformava presso che alle medesime idee, scrivendo che generalmente la piramide di Lalouette è in rapporto con l'osso ioide, sia che la sostanza ghiandolare si estenda fino al margine inferiore di quest'osso, sia che essa non lo raggiunga che per mezzo di connettivo fibroso, o d'un muscolo speciale.

In generale, 90 volte su 100 l'unione coll'osso ioide è la regola; *ed è raro che la piramide non raggiunga quest'osso.*

Il Marshall su 25 casi di piramide (trovati nelle sue 60 osservazioni) la vide 17 volte terminare all'ioide e 9 *alla faccia che ricopre* la cartilagine tiroide.

Il Weibgen riconosceva che il *lobus medius* si estende *a varie altezze sul laringe*, talora fino *al margine inferiore*, talora fino *nel mezzo*, talora fino al *margine superiore della cartilagine tiroide*; *spesso raggiunge l'osso ioide*, *al quale si salda colla sua punta mediante tessuto connettivo.*

Il Rivière ammise ben sviluppata la piramide *solo 7 volte su 10*, *giungendo essa allora fino all'osso ioide.*

Il Simon non altro dichiarò se non che *allo stato normale la piramide si prolunga fino all'osso ioide, alla faccia posteriore del quale si inserisce.*

Il Merkel scrisse che il *lobo mediano ascende verso la cartilagine tiroide ed il mezzo dell'osso ioide*, *ora raggiungendo quest'ultimo ora invece terminando molto al di sotto ...*

Il Rolando non fece che asserire che l'appendice *di regola termina all'osso ioide, giungendo qualche volta anche alla cartilagine tiroide* (e richiamando in pari tempo lo Zoja e lo Streckeisen).

Il Mc Clellan invece dichiarò, che il lobo piramidale giunge *ad attaccarsi alla membrana tiroidea* per mezzo di un fascicolo aponeurotico ..... ecc. ecc.

Senza aggiungere altre citazioni noi non abbiamo bisogno di richiamare qui le speciali conclusioni, a cui siamo giunti: basti dire che se esse furono uniformi sulle

([1]) Qui è necessario aggiungere però che lo Zuckerkandl il quale, come già si disse, tenne conto di due grandi gruppi di età, riconobbe, contrariamente a quanto è risultato a noi, che le terminazioni all'osso ioide sono alquanto più frequenti negli adulti che nei neonati, o nei morti nelle prime settimane di vita. Così, sopra i 100 cadaveri di questi ultimi, trovò 63 volte la terminazione superiore e 12 volte le terminazioni più basse, mentre negli altri 100 cadaveri di adulti la piramide finiva all'osso ioide 68 volte e solo 6 più sotto.

linee generali a Parma e a Milano, non lo furono nei particolari, poichè effettivamente trovammo, esaminando le cifre, differenze notevoli fra i due gruppi delle nostre osservazioni.

Ripetiamo qui quanto già facemmo notare, che cioè: non ci sembra di dover attribuire grande importanza alla varietà di *posizione* o di *origine* della piramide, mentre, invece, riteniamo, che a spiegare le altre variazioni, relative al grado di frequenza e al punto di *terminazione* della piramide, valga l'influenza, oltre che del sesso, del fattore etnico da un lato e dell'età (non convenientemente valutata dagli autori) dall'altro.

Col fattore etnico ci diamo indubbiamente ragione delle percentuali più o meno alte che riguardano la presenza della piramide in generale, e coll'influenza dell'età riusciamo a spiegarci come, in un medesimo territorio esaminato, quelle percentuali possano pure variare e con esse variare i particolari, che riguardano sopra tutto il punto di *terminazione* o la *lunghezza assoluta* della piramide.

Le nostre cifre sulla frequenza generica di questa porzione della tiroide sono del 55,36 % coi materiali del contado parmigiano, dove è quasi sconosciuta l'endemia strumosa, e del 75,49 % con quelli del contado milanese, dove invece quell'endemia è abbastanza diffusa.

Orbene, coi materiali dello Zoja raccolti a Pavia, che pure si trova in condizioni di poco dissimili da quelle di Milano per ciò che riguarda la presenza del gozzo, noi vedemmo affermata una percentuale molto elevata, che può dirsi uguale alla nostra segnata a Milano.

Altrettanto è da ripetersi per le osservazioni del Rolando, il quale, facendo le sue ricerche in un altro territorio (Genova) colpito da manifestazioni gozzigene in proporzioni relativamente forti, trovò forte del pari la cifra che segna la percentualità dell'appendice (67 %).

Lo Streckeisen, studiando la piramide e avendo segnato egli pure una proporzione alta ad indicare la percentualità della sua presenza (79 %, da 121 casi di piramidi su 153 cadaveri), dubitò che, essendo Basilea (dove egli raccoglieva i proprii materiali) *una regione in cui il gozzo è endemico*, potesse questa circostanza influire a spiegare il disaccordo delle sue percentuali con quelle date da altri, specialmente da chi ha fatto osservazioni in *contrade o povere o prive di gozzo* [1].

Le stesse percentuali molto varie da noi stessi fornite più sopra per i territorî di Brescia, Torino, Bologna, Firenze, Cagliari crediamo siano da attribuirsi all'agente etnico, quando si escluda l'influenza dell'età, come crediamo si debba pensare dei particolari relativi allo sviluppo o al punto di terminazione della piramide.

Ci duole di non avere argomenti diretti per dire se, per es., le percentuali basse sulla presenza della piramide date dal Laschka (33 % circa), dal Gruber (40 %),

[1] *Basel liegt* (dice l'autore) *in einer Gegend, in der* Kropf endemisch vorkommt, und in der That wird bei Obductionen relativ selten eine normale Glandula Thyreoidea gefunden.

So darf es nicht überraschen, wen die von mir gefundenen Procentverhältnisse mit denen anderes Beobachtungen, besonders solchen, welche in Kropfarmen oder Kropffreien Gegenden angestellt wurden, zuveilen nicht übereinstimmen.

dal Marshall (43 °/₀) oppure quella alta del Zuckerkandl (74 °/₀) il cui lavoro datato da Vienna venne pubblicato a Stoccarda, possano essere spiegate dal fattore etnico, perchè nulla è dichiarato della regione, da cui questi autori trassero le loro osservazioni.

Vedremo più avanti, parlando delle anomalie, che cosa forse si debba pensare dei materiali studiati dal Marshall, a giudicare almeno dal tipo delle varietà, che egli presenta nelle sue ricerche.

Solo restano decisamente non conformi ai nostri risultati ottenuti coi materiali del contado milanese, quelli che ebbe il Weibgen colla percentualità bassa del 36,6 °/₀, poichè il Weibgen fece pure le proprie osservazioni in una contrada (Monaco di Bariera) dove domina il gozzo [1].

Che potessero avere influito l'età od il sesso, o l'insufficiente acccurata osservazione dei casi sopra un punto che forse non era che secondario nelle ricerche dell'autore? Noi non possiamo dirlo, nè pertanto (confessiamo) è possibile spiegare la ragione del disaccordo.

Intanto ci riferiamo ai territorî donde traemmo le nostre osservazioni come rappresentanti di contrade, in cui in grado diverso domina l'endemia strumosa.

Non escludiamo affatto che in altre regioni quell'endemia sia molto meno (fino ad essere del tutto sconosciuta) od anche molto più diffusa, onde possono aversi delle percentuali, da un lato più basse di quelle ottenute a Parma, come realmente dànno certi autori (e noi stessi rilevammo colle osservazioni di Bologna, di Napoli, ma sopra tutto di Cagliari), e, dell'altro, più alte delle corrispondenti avute coi materiali del contado milanese.

Del resto (e ciò diciamo per chiudere l'argomento) anche indipendentemente da qualsiasi valutazione fatta colle cifre o colle misure, per rendersi conto sufficiente delle grandi differenze affermate dagli autori sulla morfologia del lobo piramidale, basterebbe confrontare fra loro le varie figure che essi ne dànno.

E per vero si trovano le più svariate rappresentazioni della tiroide, tutte ritenute per normali, talora senza e talora colla piramide, e questa, a sua volta, o molto piccola, sottile e corta (come raffigurano, per es., Paulet e Sarazin ed il Krause), o, invece, più sviluppata e più grossa (come rappresenta l'Henle), o più sottile e lunga (come appare dalla figura del Simon), oppure anche veramente enorme (come si vede dalla fig. 367 del recentissimo Atlante (1904) di F. Sobotta).

[1] Ciò deduciamo oltre che dal fatto che, come ricordammo in principio parlandosi del peso, sopra 205 cadaveri esaminati ben 53 erano di gozzuti, anche da quanto lo stesso autore dichiara in nota, che, cioè, *in una leva militare fatta* in Baviera si trovarono il 7 °/₀ degli individui della provincia ed il 9 °/₀ di quelli della città affetti da gozzo.

V.

Delle anomalie.

Preliminari. — In questo capitolo ci occupiamo di alcune delle varietà principali della tiroide, come ci venne fatto di raccogliere dalla doppia serie delle nostre osservazioni.

E lo facciamo non tanto per contribuire alla casuistica di così fatte anomalie (perchè realmente quelle che andremo presentando sono quasi tutte perfettamente conosciute), quanto per ricercare se, anche col loro studio, si possa cogliere, nel complesso, qualche carattere che sia in armonia col fattore etnico.

Diciamo subito che fu così, perchè vedemmo chiaramente prevalere, in ciascuno dei due territori da noi presi in esame, determinati tipi di anomalie, a seconda che si potessero dire *per eccesso* o *per difetto.*

Ci uniformiamo volentieri a questa distinzione, già ammessa dal Gorgone, perchè corrisponde veramente al fatti, quali si presentano, talora essendo la tiroide manchevole in qualche sua parte fondamentale, e tale altra avendo delle parti in soprannumero.

Ciò premesso, e prima ancora di passare alla specificazione dei nostri casi, che togliemmo da 292 osservazioni fatte a Parma [1], e dalle 306 raccolte a Milano, vogliamo classificare le varietà incontrate, ascrivendo:

1. Alle *anomalie per difetto*: la grande esilità dell'istmo, la sua trasformazione in tessuto fibroso, o l'atrofia parziale e la sua assenza, consociata, o non, a quella di uno dei due lobi laterali;

2. Alle *anomalie per eccesso*: la duplicità del lobo piramidale, la sua *origine con doppia radice*, la sua *terminazione biforcata.*

Aggiungeremo il ricordo di altri casi, che o non presentarono i caratteri ben manifesti di alcuno dei due tipi precedenti, o furono a tipo che diremmo *misto*, quali: la mancanza della piramide colla contemporanea presenza di una propaggine conica diretta in basso: la presenza di due lobi piramidali consociati all'assenza dell'istmo; la piramide e l'istmo isolati; la biforcazione di un lobo laterale, ecc.

Anomalie per difetto. — Fra le *anomalie per difetto*, la più comune da noi osservata fu quella della *mancanza assoluta* dell'istmo, essendo pertanto i due lobi laterali perfettamente indipendenti fra loro, e separati da una distanza più o meno forte (tiroide bipartita) (figg. 1, 2, 3).

Di questa specie avemmo complessivamente 16 esemplari, di cui però (avvertiamo subito) 13 ci vennero dai materiali del contado parmigiano (7 maschi e 6 femmine

[1] Il numero è cresciuto di 14, perchè avemmo opportunità di aggiungere altrettante osservazioni a quelle che servirono per le indagini precedenti.

su 292 osservazioni) e 3 soltanto dagli altri (2 maschi ed una femmina su 306 osservazioni).

La distanza intercedente ai due lobi, variò fra un *minimum* di mm. 3 (un caso) ed un *maximum* di quasi cent. 2 (due casi), con cifre intermedie di 6,8 ed anche 9 millimetri.

Non crediamo necessario di estenderci maggiormente nella descrizione di questa varietà, di cui parlano, del resto, tutti gli autori, a cominciare dai più antichi (Morgagni, Eustachio, Haller, Sabatier, ecc.); non possiamo tuttavia astenerci dal far notare che, per quanto riguarda la frequenza, essi si esprimono in termini molto vaghi e disparati.

Fig. 1.
Uomo, a. 21, Parma.

Fig. 2.
Donna, a. 41, Parma.

Fig. 3.
Uomo, a. 54, Milano.

Così, dicono, ad es., che *può mancare l'istmo* (Richter, Testut, Quain, Boyer, Cruveillier, Romiti, Simon, Chiarugi, ecc.); che questa porzione della tiroide *manca molto raramente* (Gegenbaur); che *manca talvolta* (Blandin, Cloquet, Henle, Rauber, Debierre, ecc.); che la sua assenza si osserva *di rado* (Haller, Huscke, Le Gendre, Sappey, Beaunis et Bouchard, ecc.); e così via.

E per vero le nostre osservazioni potrebbero giustificare questi incerti giudizii, perchè le differenze dei risultati, a cui siamo giunti colle due serie di osservazioni, sono abbastanza notevoli: onde coi materiali del contado parmigiano (volendosene dedurre una percentuale) si avrebbe una proporzione del 4,45 %, e coi materiali dell'altro territorio soltanto quella dell' 1 % circa.

Nè ancora queste si accordano colle cifre date da altri autori, come per es. il Weibgen, che notò la mancanza dell'istmo 4 volte su 205 casi e perciò nell'1,9 %; il Gaudier, che, secondo la sua statistica, vide l'anomalia di cui si tratta due volte su 10 casi; il Marshall, che la calcolò ricorrere nel 10 % (6 casi su 60 osservazioni): il Chemin, che avrebbbe ottenuto la stessa proporzione (4 volte su 40 casi); il Berard (citato dal Rolando) che sopra 155 osservazioni non rilevò l'istmo mancante che

due volte solamente (nell' 1,29 $^0/_0$), ed il Gruber, che (come ricorda il Taruffi) mentre trovò a *Pietroburgo in 100 cadaveri, in cui aveva iniettate le arterie tiroidee, 10 volte la mancanza dell'istmo* (Archiv f. Anat. und Phys., won Reichert u. Du Bois Reymond, Jahrg. 1876, s. 208. Leipzig) la constatò invece *una volta sola su 100 Czechi* (Virkow's Arch. Jah. 1876, Bd. LXVI, s. 449. Berlin).

3200 cadaveri, finalmente, esaminati dallo Zuckerkandl non avrebbero dato complessivamente che *due soli casi* di assenza dell'istmo.

I dispareri, come si vede, si ripetono ora press'a poco come vedemmo per la valutazione del grado di frequenza del lobo piramidale, nè crediamo anche qui che altra spiegazione si debba dare se non pensando all'influenza di un agente etnico.

Fig. 4. — Uomo, a. 58, Milano.

Stando alle nostre osservazioni, infatti, sembra ragionevole ritenere che là, dove la tiroide è naturalmente meno sviluppata, là pure debba essere relativamente più comune l'assenza dell'istmo, come espressione di una maggiore e più profonda riduzione della glandola.

Ciò essendo, non deve meravigliare la percentualità più alta ottenuta coi materiali del contado parmigiano (ove dimostrammo la tiroide poco sviluppata) in confronto dell'altra avutasi dal contado milanese (dove la tiroide assume di norma proporzioni maggiori [1]).

Altri fatti corroborano la supposizione.

Stando sempre alle condizioni morfologiche dell'istmo, nel primo gruppo di osservazioni trovammo pure una più frequente possibilità di *istmi ridotti a semplice sostanza fibrosa*, in quelle forme, cioè, che già, fra gli antichi, ricordava il Gunz (6 casi a Parma, di cui 4 maschi e 2 femmine, di fronte ad un solo caso di maschio — oss. 164ª — avutosi a Milano) (fig. 4) e di *istmo molto tenue* (un caso di donna di anni 36 di Parma) che non trovammo mai nell'altro gruppo di osservazioni.

[1] Fra 46 tiroidi di adulti, osservate nel contado bolognese, in cui la ghiandola è più sviluppata che a Parma, ma molto meno in confronto di Milano, non troviamo registrato che un solo caso di assenza dell'istmo in una vecchia di anni 71, donde si avrebbe la proporzione del 2,17 $^0|_0$.

Una seconda forma, più grave, di anomalie per difetto fu quella in cui, colla mancanza dell'istmo si notava o *la grande piccolezza di un lobo laterale*, od anche *la sua assenza completa*, e rispondevano a queste condizioni pure 2 altri esemplari esclusivamente tolti dai materiali del contado parmigiano, mentre nessun altro caso di tal genere ci offrirono le osservazioni della seconda serie.

In uno (maschio di anni 42: osservazione 2ª aggiunta) il lobo di sinistra, situato sulla faccia laterale della laringe, era ridotto al volume di poco superiore a quello di un pisello (fig. 5); nell'altro (femmina di anni 41: osservazione 94ª) invece mancava completamente il lobo di destra (vedi fig. 2): onde, a rappresentare l'intera ghiandola, non persisteva che il solo lobo dell'opposto lato.

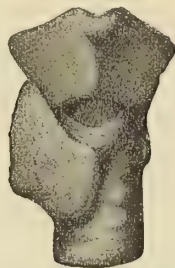



Fig. 5. — Uomo, a. 42, Parma.

Tali sono le varietà a noi occorse, che volemmo ascritte alla formazione difettosa della tiroide [1], e che potrebbero essere interpretate siccome legate a veri e propri processi di atrofia fisiologica.

In questa supposizione ci siamo dati cura di vedere se, nei casi di cui ora si tratta, le altre parti persistenti della ghiandola, le quali a primo giudizio avrebbero potuto essere ritenute a sviluppo normale, realmente lo fossero alla stregua dei dati morfologici precedenti in ciascun gruppo di età ed in ciascuna delle due serie di osservazioni.

Orbene, nella grandissima maggioranza dei casi, tanto di assenza semplice dell'istmo, o della sua riduzione di un lobo laterale, o della sua completa mancanza, anche le altre parti si trovarono nelle varie dimensioni di altezza e di spessezza inferiori (e talvolta notevolmente) alle cifre medie che avrebbero dovuto avere (nelle

[1] A noi non capitò mai di osservare dei casi di mancanza completa della tiroide, di cui, del resto, ben pochi esemplari registra la letteratura anatomica (Bouchard, Maresch, Peucker, Selter, Bourneville), e nemmeno di così grande riduzione dell'organo, come ebbe occasione recentemente (1904) di osservare il Livini. Quest'Autore notò in una donna di anni 71, di Firenze, la mancanza assoluta del lobo di destra e, a sinistra, un piccolissimo lobo (pressochè uguale a quello che trovasi, pure a sinistra, della nostra fig. 8), accompagnato dalla paratiroide inferiore corrispondente. Gli esemplari di persistenza di un solo lobo, sono certo meno infrequenti, e di questa eventualità pare parlassero primi Handfield Jones (Todd's cyclopedia, Art. Thyreoid Gland.) ed il Luschka (Anatomie d. Menschen, Band 1°, Abth. 1, s. 295) citati dall'Henle. Un caso poi singolare trovasi brevemente descritto dal Cognard (1876) di lobo tiroideo unico, *grosso come un marrone*, di cui *ha anche la forma*, ma posto *sulla linea mediana*, col diametro di cent. 4 ½. Non ci parve che altri descrivesse, o rappresentasse, dei casi consimili, che il Cognard rilevò in un maschio.

loro rispettive condizioni di età, di sesso e di territorio) se avessero presentato il tipo morfologico normale.

Ciò deve farci pensare che le *varietà per difetto* possono dipendere da un processo di atrofia fisiologica, ma poi deve farci escludere che sia seguìto da un compenso qualsiasi nello sviluppo di qualche altra pàrte della ghiandola, come si potrebbe a tutta prima dubitare in conformità a quanto avviene in altri organi dell'economia.

Aggiungiamo che, tranne un caso in cui si notò assenza dell'istmo e che si verificò in un bambino di tre anni e mezzo (osserv. 823 del contado milanese) (¹), e tranne un altro esemplare di bambino di anni 9 (osserv. 47ª del contado parmigiano), tutti gli altri concernevano individui generalmente di età molto più avanzata. La quale circostanza contribuisce ad avvalorare l'idea di un'atrofia fisiologica, che come normalmente colpisce il lobo piramidale attraverso le età (giusta quanto dimostrammo), può essersi estesa ad altre parti vicine, fra cui specialmente l'istmo.

Quest'ultimo concetto, del resto, manifestarono altri autori, ed ai giorni nostri, il Merkel, quando volendosi egli dar ragione delle *varietà* della tiroide, e parlando dell'istmo, scrisse che questo, originato dalla *gemma epiteliale mediana* può avere uno sviluppo molto vario. Ed aggiunse che, fra le modalità estreme, una è rappresentata dal caso, in cui l'abbozzo *mediano non si atrofizza solo nella sua porzione superiore* (che sarebbe data dalla piramide), *ma scompare completamente, residuando soltanto i due lobi laterali* (della tiroide), *ai quali viene allora a mancare il tratto mediano di unione* (l'istmo), *che può essere sostituito da un cordone connettivale.*

Accettando la spiegazione, la quale è più che mai ragionevole di fronte alle moderne nozioni embriologiche. si dovrebbe anche credere che la frequenza e l'estensione del processo di atrofia fisiologica nei vari punti della tiroide, sono anche subordinate al fattore etnico, e per ciò subordinate al valore funzionale dell'organo, che devesi ritenere maggiore o minore a seconda dei territori esaminati.

Anomalie per eccesso. — Ed ora passiamo a prendere in considerazione il secondo gruppo di varietà che diciamo *per eccesso.*

Fra queste non trovammo da annoverare che alcuni casi di anomalia del *lobo piramidale*, tutte le volte che esso era *duplice* o sorgeva con *doppia radice*, o terminava *biforcato.*

Della prima maniera furono 8 casi, di cui due avuti coi materiali di Parma (²) (un maschio ed una femmina) e 6 da quelli di Milano (tre maschi e tre femmine.

(¹) Nessun caso di assenza dell'istmo trovammo nelle osservazioni di bambini inferiori a questa età, le quali complessivamente pur sono in discreto numero, sommando a 134 (52 di Parma e 82 di Milano).

Senza volere menomamente escludere che anche in individui più giovani possa incontrarsi l'anomalia di cui qui si tratta, diciamo però che le nostre osservazioni concorderebbero, in massima, con quanto è risultato anche al Perrando, il quale, *sopra quasi un centinaio di autopsie di neonati e di nati da pochi mesi,* trovò l'istmo *costante e discretamente sviluppato in proporzione dell'adulto.*

(²) Un terzo caso di piramide doppia, si ebbe in una donna di anni 65, ma non è qui messa fra le formazioni per eccesso, perchè contemporaneamente non aveva l'istmo, sicchè la varietà fu ascritta al terzo gruppo, *a tipo misto.*

Già fin da questo momento vediamo la notevole differenza dei casi occorsi nell'una piuttosto che nell'altra serie di osservazioni, onde la duplicità della piramide ricorrerebbe a Parma nella proporzione del 0,68 %, e a Milano in quella più elevata dell'1,96.

Ma venendo ai particolari, dobbiamo aggiungere che, dei primi due casi, uno capitò in un uomo di anni 66 (osserv. 243), in cui una piramide sorgeva dall'istmo colla lunghezza di mm. 17, l'altra dal lobo di destra, essendo lunga mm. 18; il secondo caso riguardò una donna di anni 76 (osserv. 151) colle due piramidi ugualmente originate, ma molto meno alte e cioè l'una (dall'istmo) luna mm. 10 e l'altra (dal lobo di destra) lunga mm. 8.

Fig. 6. — Donna, a. 70, Milano.

I sei casi trovati fra i materiali del contado milanese, concernevano invece:

Un maschio di mesi due e mezzo (osserv. 61), in cui ciascuna piramide aveva la lunghezza di mm. 9, procedendo, come le precedenti dall'istmo e dal lobo di destra;

Un secondo maschio di anni 2 (osserv. 79) avente pure i lobi piramidali di eguale lunghezza (mm. 15) e sorgenti dagli stessi punti, ma protesi fino a raggiungere l'osso ioide;

Un terzo (maschio di anni 22, osserv. 114) colle piramidi ambedue procedenti dall'istmo, ma diversamente alte, così che l'una, lunga mm. 34, giungeva fino all'ioide, e l'altra, di mm. 20, finiva alla cartilagine tiroide;

Una donna di anni 46 (osserv. 258), nella quale una piramide originava dall'istmo colla lunghezza di mm. 22, e l'altra dal lobo di sinistra, colla lunghezza di mm. 19;

Un'altra donna d'anni 70 (osserv. 288), colle due piramidi dipendenti dall'istmo. (fig. 6);

Un ultimo esemplare, pure di donna di anni 70 (osserv. 292), in cui ciascuna delle due piramidi muoveva dall'istmo.

Della duplicità della piramide non si occupano che pochi autori. Allo Zoja, dopo aver ricordato il caso notato dal Morgagni e i tre esemplari del museo dell'ospedale

di Guy, ne risultarono due altri trovati sopra un complesso di 147 osservazioni (1,36 %) in due maschi, di cui uno di anni 8 ed un secondo di anni 63.

Dopo lo Zoja (1879) registrarono nuovi esempi di questa varietà: il Giacomini (1892) descrivendone brevemente uno in una giovanetta negra di anni 13 (sopra 15 osservazioni fra maschi e femmine); il Marshall (1895) indicandone un caso sopra 60 bambini; lo Chemin (citato dal Simon) che ne avrebbe registrato due casi, e, stando a quanto ci risulta, più nessun altro.

Della seconda specie di *anomalie per eccesso*, quella che riguarda la *duplicità di radice* del lobo piramidale, avemmo complessivamente 9 casi; ma anche qui soltanto 3 colla serie delle osservazioni raccolte a Parma (un maschio e due femmine) e 6 nell'altra serie (4 femmine e 2 maschi).

Delle radici, 6 muovevano dall'istmo (4 casi), o dall'istmo e dal lobo di destra (4 casi), od ambedue dal lobo di destra (un caso) e dopo 3, 4 o 5 mm. di decorso indipendente, si univano insieme per costituire la piramide unica, che raggiungeva poi punti diversi, secondo il maggiore o minore sviluppo.

Non crediamo necessario aggiungere maggiori particolari, tranne ricordare che lo Zoja ritenne rarissima così fatta varietà, poichè nessuno ne avrebbe, prima di lui, fatto cenno, e, d'altronde, egli stesso non ne osservò che un caso in una ragazza di 15 anni.

Circa l'età, le nostre osservazioni riguardano: un ragazzo di anni 16 e due donne, di cui una di anni 51 e l'altra di anni 53 (a Parma); un giovane di anni 27, un uomo di anni 58, un nato da 4 giorni, un uomo di anni 37, un altro di anni 59 ed un vecchio di anni 72 (a Milano), onde tutte le età, si può dire, ricorsero ugualmente rappresentate.

Dopo lo Zoja (le cui osservazioni furono ricordate dal Debierre, dal Romiti, dal Testut, ecc., ecc.) non ci venne dato di trovare altri che rilevasse la duplicità di origine della piramide, tranne il Gaudier, (1891), che ne registrò un esempio; il Marshall (1895) che un caso pure ne osservò (in cui *ciascuna radice si univa con un solo lobo laterale*) sopra le sue 60 osservazioni di bambini più volte ricordate; lo Chemin (citato da Simon) che ne avrebbe veduto due casi su 40 osservazioni fatte, ed il Rolando che ne osservò un esempio in un feto di 8 mesi, dove l'appendice, *situata medialmente, sorgeva da due radici, ciascuna delle quali terminava nel lobo laterale corrispondente.*

Il caso è al tutto simile a quello del Marshall, come si vede anche dalle figure che ne dànno gli autori (Vegg. Marshall, fig. 13; Rolando, fig. 8).

La varietà può ritenersi, pertanto, realmente rara: ma noi dovremmo tuttavia aggiungere che, stando alle nostre ricerche, una così fatta condizione di cose, che si riferisce ad una esagerata formazione, si manifestò ancora relativamente più rara nel territorio parmigiano che non nell'altro, nella proporzione pressochè di 1 a 2.

L'ultima maniera di *anomalie per eccesso*, concerne l'eventualità per cui il lobo piramidale possa terminare biforcato.

Anche di questo particolare parlarono prima il Morgagni (1740, *Epist. anat.* IX, paragr. 34), che lo riscontrò in un vecchio, ed in questi ultimi tempi lo Zoja, che ne riferì 3 esempî, tutti in donne, di cui una di anni 22, una di anni 63, ed una di anni 78.

Non ci consta che altri autori abbiano presentato ulteriori osservazioni originali sul proposito, se non ricordare genericamente la possibilità della biforcazione della piramide (Cruveilhier, Rauber, Romiti, Simon, ecc.): i nostri casi sommano a 10, di cui 4 raccolti coi materiali di Parma (2 maschi e 2 femmine) e 6 avuti da quelli di Milano (4 maschi e 2 femmine).

Senza entrare nella descrizione minuta di ciascuno, diciamo solo che, in generale, nei casi osservati a Parma i rami di biforcazione furono brevi, della lunghezza di pochi mm., e che non sorpassarono colla loro estremità terminale il livello della cartilagine tiroide.

Nei casi osservati a Milano, invece, la divisione della piramide parve un po' più accentuata, specie in uno (maschio d'anni 42, osserv. 140), in cui il ramo di destra, notevolmente lungo, raggiungeva il corpo dell'osso ioide.

In tutti poi deve anche qui osservarsi che nessuna norma fu possibile precisare circa l'età degli individui, poichè se ne ebbero di 9, 13, 32 e 69 anni coi materiali del contado parmigiano, e, coll'altra serie, di 31, 35, 39, 42, 70, 73 e 75 anni.

Anomalie a tipo misto. — L'ultima categoria di varietà osservate, fu quella dei casi, che non potevano ascriversi decisamente ad alcuna delle due classi precedenti (*tipo misto*).

Tali furono, riassumendole brevemente:

1. Due casi di istmo staccato dal lobo di sinistra (un maschio di anni 56 ed una femmina di anni 42 del contado di Parma), in cui la varietà potrebbe interpretarsi come un primo grado di atrofia dell'istmo.

2. Un esemplare (pure di Parma) in donna di 26 anni, nel quale l'istmo, oltre che essere staccato dal lobo di sinistra, si presentava nella sua metà di destra molto sviluppato (*lobulazione parziale*), onde era inegualmente alto, misurando a destra mm. 18 di altezza e a sinistra soltanto mm. 13.

3. Un'altra singolare varietà (che riteniamo nuova), riscontrata in donna di 65 anni, parmigiana, in cui si ebbe, colla mancanza dell'istmo, la presenza di due piramidi derivanti ciascuna da uno dei due lobi laterali. La fig. 7 rende conto esatto di così fatta anomalia singolare, quivi riprodotta a $^2/_3$ della grandezza naturale.

4. Un caso riscontrato in donna di anni 66 (osserv. 143), in cui dal lobo di destra della tiroide (mancante di lobo piramidale) si staccava una breve propaggine conica, che discendeva parallela alla trachea ad incontrare una insolita arteria sorgente dall'arco antico (a. thyroidea ima) (fig. 8) [1] [2].

5. Due casi riscontrati fra i materiali del contado milanese (in donne: una di anni 35, osserv. 233, ed una di anni 50, osserv. 265), in cui la piramide e l'istmo erano isolati dal resto della ghiandola, formando assieme un corpo solo.

[1] Un caso molto simile a questo vediamo ricordato dallo Zuckerkandl, ma qui però il *prolungamento parenchimatoso che scende giù verso la trachea molto corto e a forma piramidale* si stacca dall'istmo, nè è ricordato alcun rapporto con vasi arteriosi.

[2] Le ghiandole di cui qui si parla sono conservate nel Museo dell'Istituto di Anatomia Umana della R. Università di Parma.

6. Un esempio di lobo laterale di destra biforcato in alto in un maschio di Milano, di anni 38 (osserv. 132), onde si aveva qui un primo grado ben manifesto di quanto rappresentava lo Streckeisen nella fig. 1 del suo lavoro.

7. Un caso di 4 brevi propaggini derivanti dall'istmo in grande prossimità dei lobi laterali, propaggini di cui due si dirigevano in alto e due in basso. Di questa varietà fu esempio un individuo di anni 23 di Milano (osserv. 116).

8. Un ultimo esemplare finalmente del contado milanese di *lobulazione* dell'*istmo*, di guisa che si aveva qui una forma a quattro lobi, di cui i due mediani davano luogo, ciascuno, ad una piramide raggiungente la cartilagine tiroide (osservazione 224, di femmina di anni 47 [1]).

Fig. 7. — Donna, a. 65, Parma.

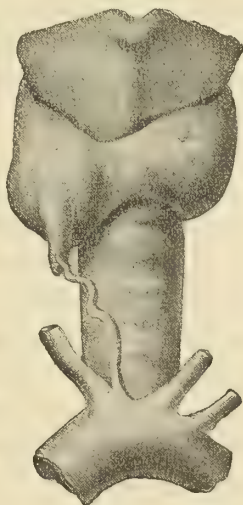



Fig. 8. — Donna, a. 66, Parma.

Appunti critici. — Dai fatti esposti, sembra a noi evidente la dimostrazione di un doppio tipo di anomalie della ghiandola tiroide, come affermammo in principio, a seconda, cioè, che esse rispondono ad un *difetto*, oppure ad un *eccesso* di formazione.

Il terzo gruppo comprende i casi singolari, potendo questi presentare o i caratteri insieme riuniti dei due tipi precedenti, o non avere che dei caratteri morfologici, i quali non significhino nè l'una nè l'altra eventualità.

[1] È la stessa eventualità, della quale parlò primo (crediamo) il Gunz, a proposito dell'istmo, là dove scrisse... *io ho osservato più volte che questo istmo consisteva in due piccoli lobi, di guisa che tutta la ghiandola aveva 4 lobi, 2 grandi laterali e 2 piccoli anteriori...* Presso che un secolo dopo (1852) il Le Gendre pare ne facesse il tipo normale, perchè descrivendo la *forma* della tiroide e pure dicendola *molto variabile.* soggiunse che la più comune è quella di *due lobi laterali a forma allungata, adagiati sui lati della cartilagine cricoide e tiroide,* a cui seguano *all'indentro due altri lobi che si possono chiamare lobi medii in causa del loro volume*; *i quali sono applicati sulla cartilagine cricoide ed i primi anelli della trachea. Dal margine superiore del lobo medio di destra, o di sinistra, parte un prolungamento che ha tutte le apparenze del tessuto della tiroide, e designato, per la sua forma, sotto il nome di colonna o di piramide*; *infine i due lobi medii sono riuniti sulla linea mediana da una porzione ristretta, che è l'istmo degli autori.*

Ci sembra inoltre evidente che al tipo della varietà per difetto rispondano i materiali del contado parmigiano, come all'altro si uniformino quelli del contado milanese.

Raccogliendo, infatti, insieme tutti i casi incontrati, e che noi credemmo opportuno segnalare, riconoscemmo come subordinati al primo tipo 25 casi di varietà, di cui ben 21 riscontrati a Parma, e 4 soltanto a Milano; e come dipendenti dal secondo 27 esemplari, di cui 18 raccolti a Milano, e solo 9 a Parma.

Le sproporzioni appaiono troppo forti per poterle attribuire a semplici casualità, mentre, d'altro canto, non riesce difficile darsi ragione di questi fatti, quando si pensi, come già avvertimmo, al maggiore sviluppo che ha normalmente la ghiandola in un territorio in confronto con l'altro.

È naturale che, date tali condizioni di cose, onde di fronte al fatto etnico si avrebbero dei caratteri morfologici diversi, anche le varietà abbiano ad informarsi a così fatti caratteri distintivi, col tendere, cioè, a formazioni difettose piuttosto che a quelle per eccesso, o viceversa.

Del resto, osservando le figure che presentiamo, appare anche a prima giunta la diversità del tipo, e poichè ci riferiamo ora all'esame di queste rappresentazioni, ritratte dal vero a $^2/_3$ delle proporzioni naturali, non possiamo a meno di pensare ad altre consimili figure. che vediamo, per es. nel lavoro dello Zoja da un lato, ed in quello del Marshall dall'altro.

Fatta astrazione (s'intende) dal volume delle varie tiroidi ritratte, perchè quelle dello Zoja sono quasi tutte di adulti, e le altre di bambini, ci sembra che, mettendole fra loro a riscontro, le 17 varietà riprodotte dal Marshall rispecchino presso a poco il tipo delle nostre avute dai materiali del contado parmigiano, e che nelle 20 fornite dallo Zoja abbia da riconoscersi l'altro tipo.

Nessuna meraviglia che ciò sia per queste ultime, perchè nel contado pavese, dove lo Zoja fece le sue osservazioni, l'endemia strumosa domina presso che nella stessa misura di Milano, sì che la ghiandola tiroide si trova nelle medesime condizioni etniche; ma per ciò che riguarda le ricerche del Marshall nulla sappiamo che ci autorizzi a dire di più.

Però, se dovessimo tenere in considerazione il tipo delle varietà presentate da quest'autore, dovremmo ritenere che esse furono tratte da materiali simili a quelli del contado parmigiano, dove, come già si fece notare, l'endemia strumosa è quasi sconosciuta e dove la tiroide è più piccola che altrove.

Fors'anche dovrebbe pensarsi che il territorio, da cui il Marhall trasse i proprii materiali di osservazione, sia immune dall'endemia, di guisa che, se così fosse, e considerando il tipo delle anomalie presentate, ci spiegheremmo la cifra bassa da lui fornita sulla presenza del lobo piramidale del 43 %: cifra la quale è tanto più bassa in quanto si riferisce ad osservazioni fatte su bambini.

E non solamente dalle figure, ma anche dal contesto dello scritto si vedeva chiaramente che tutte le variazioni della ghiandola tiroide, che il Marshall dichiara molto frequenti *tantochè è quasi impossibile descrivere un tipo normale dell'organo*, devono ascriversi a difetto di formazione.

Così, oltre quelle dell'istmo, il quale, come già si disse, mancò nella forte proporzione del 60 %, il Marshall registra le varietà dei lobi laterali, che *nella mag-*

gioranza dei casi furono *ugualmente sviluppati essendo solo nel 7 °/₀ uno più sviluppato dell'altro.* Notò inoltre *in un caso l'assenza del lobo di destra, di modo che la ghiandola era ridotta al lobo di sinistra e all'istmo.*

Fra la varietà, invece, che noi diciamo *per eccesso,* non figurano che un caso di duplice radice della piramide ed un altro di piramide doppia rappresentato dal Marshall colla figura 17; ma anche in quest'unico caso si rileva che le due piramidi sono affatto rudimentali, non salendo esse che per brevissimo tratto fino a metà altezza circa della cartilagine tiroide.

Del resto, anche lo Streckeisen, che faceva le sue osservazioni a Basilea, aveva pensato (senza però poterlo dimostrare) ad una possibile influenza del luogo nel quale si raccolgono le osservazioni, quando cercò, come già si fece notare, di spiegare la percentuale elevata da lui data sulla presenza della piramide, e quando (aggiungiamo ora) immediatamente dopo soggiunse essere verosimile che, in termini generali, la condizione endemica del gozzo *non sia senza influenza sopra il ricorrere più frequente di determinate anomalie.*

Comunque si pensi, ad ogni modo, di questa speciale condizione, noi ripetiamo qui, concludendo, che, almeno stando alle nostre osservazioni, anche sulle varietà della tiroide il fattore etnico ci pare esercitasse la propria influenza col determinare dei tipi distinti di anomalie, che sono talora *per difetto* e tale altre *per eccesso* di formazione.

A così fatta distinzione si atteneva già, come si accennava in principio, Giovanni Gorgone, il quale fra gli anatomici meno recenti, fu certamente dei primi a tener nota delle anomalie della tiroide, dichiarando esplicitamente che esse *costituiscono al solito o un eccesso o un difetto di sviluppamento.*

Quest'autore non fornì, sul proposito, delle cifre o delle percentuali: ma, se è lecito argomentare dalle parole, parrebbe essere a lui occorse le formazioni difettose più spesso delle altre, poichè, mentre dichiara di aver visto solo *due volte sviluppatissimi l'istmo ed il prolungamento mediano* (la piramide), soggiunge che *con maggior frequenza dappoi gli è venuto in acconcio osservare al tutto mancante l'istmo ed il corpo* (tiroide) *in esame essere diviso in due metà separate l'una dall'altra.*

Abbiamo voluto ricordare, per incidenza, anche le testuali dichiarazioni del Gorgone, perchè indirettamente possono forse servire a confermare i nostri corollarî, avendo quell'anatomico tratto le proprie osservazioni molto probabilmente dalla città o dal contado di Palermo, dove insegnava anatomia e dove l'endemia strumosa (come in tutta la Sicilia) domina pochissimo [1].

[1] L'idea poi di una certa relativa frequenza nel *difetto di sviluppamento* della tiroide, ammesso dal Gorgone, ci viene ora direttamente convalidata dalle osservazioni avute dall'Istituto anatomico di Palermo, e delle quali già tenemmo parola nei capitoli precedenti.

Mentre, infatti, sopra 23 esemplari di tiroidi di adulti palermitani non trovammo annotata neppure un'anomalia *per eccesso,* vi rilevammo, invece, due casi di mancanza assoluta dell'istmo, uno in una donna di anni 78 e l'altro in un uomo di anni 39.

Volendosene trarre una percentuale, si dovrebbe dire che la varietà, di cui qui si tratta, ricorse nella proporzione elevata dell'8,69.

Aggiungasi che in un altro caso (donna, di anni 21) l'istmo era pure difettoso, mancando di connessioni col lobo di destra.

NOTA.

Per maggior intelligenza del lavoro, diamo qui *le percentuali dei riformati per gozzo* (nostre ricerche: leve 1876-1883) nei varî paesi donde avemmo qualche esemplare di tiroide e che abbiamo man mano citati nel contesto del lavoro:

Torino	2.30	Firenze	0.20	Palermo	0.04
Bologna	0.50	Napoli	0.29	Brescia	6.13

Dovremmo pure qui tener parola delle *ricerche istologiche* da noi fatte sulle tiroidi di Parma e di Milano: ricerche che non avevano altro scopo che di studiare il rapporto esistente fra la sostanza colloide — prodotto della funzione della ghiandola — e lo stroma dell'organo. Diciamo subito che siamo in grado di potere affermare che i follicoli sono assai più ampii nelle tiroidi di individui di Milano che in quelle di persone di Parma e che la colloide è in queste assai in minor copia che in quelle. Ciò ci pare sia in rapporto col maggiore sviluppo che la ghiandola tiroide dimostrammo avere a Milano che a Parma [1].

[1] Le *annotazioni* di cui è parola nella prefazione furono messe man mano a pie' di pagina.

BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

SUGLI ARGOMENTI TRATTATI NEL CONTESTO DEL LAVORO

(IN ORDINE CRONOLOGICO)

Nel presentare questi appunti bibliografici intendiamo rendere conto soltanto dei lavori che coll'argomento nostro potevano avere un rapporto più o meno diretto, e dei quali, ad ogni modo, era doveroso per noi prendere nota ad illustrazione dei varî punti trattati.

Siamo ben lungi, pertanto, dal credere di aver qui designata tutta la ricchissima letteratura che riguarda la ghiandola tiroide nei varî e molteplici aspetti, secondo cui, specialmente ai giorni nostri, venne considerata (patologia sperimentale, fisiologia, anatomia patologica e comparata, chirurgia, chimica, ecc.).

Ci auguriamo tuttavia che queste note, anche così, per quel che sono, valgano a rendere meno incompleto il nostro lavoro, specialmente per ciò che concerne l'anatomia normale, e possano dare agli studiosi qualche indicazione forse non inutile.

Per copia maggiore di citazioni sopra argomenti affini richiamiamo del resto in modo speciale i pregevoli lavori dell'Eiselsberg, Vassale, Wölffler, Coronedi, Bayon, ecc.

A) TRATTATI ED OPERE GENERALI.

Galeni. « Omnia quae extant opera ». Venetiis 1576, Liber VII, Cap. 17°.

Colombi. « De re anatomica », libri XV. Francoforti, 1593. (Citato dal Portal).

Valverda. « Anatomia del corpo umano ». Lib. II, cap. 14, e lib. IV, cap. 5. Venetia, 1606.

Vesalio. « De humani corporis fabrica », libri septem. 1618, Amsterdam. Lib. II, cap. XXII, e lib. VI, cap. III, pag. 717.

Casserio. « Tabulae anatomicae LXXVIII, cum supplemento XX tabularum D. Bucretii ». Amsterdam, 1645. Tab. II, lib. IV.

Spigelii. « Anat. opera omnia ». Amsterdam, 1645. Lib. nonus, cap. X: ‘ De pulmonibus atque eorum aspera arteria ’, pag. 282. Liber octavus, cap. VII: ‘ De gula ’, pag. 224.

Warthon. « Adenographia sive glandularum totius corporis descriptio ». Amsterdolami, 1659. Caput XVIII.

Bartholini. « Anatome ». Lugduni, 1677. Lib. II, cap. XI.

Deleboe (S.). « Opera medica ». Genevae, 1681.

Bidloo. « Anat. humani corporis centum et quinque tabulis illustrata ». Amsterdolami, 1685. Tav. XXIV, fig. 8.

Dionis. « Anatomia corporis humani ». Amsterdolami, 1696. Cap. IV.

Verheyen. « Anatomiae corporis humani liber primus ». Coloniae, 1713. Tractatus III, cap. XI.

Heister. « Compendium anatomicum totam rem anatomicam brevissime amplectens ». Altorf. 1719. § 383.

Morgagni. « Adversaria anatomica omnia ». Patavia, 1719. Adv. 1ª, pag. 33, § 26. Adv. VIª, pag. 269, § 36.

Santorini. « Observationes anatomicae ». Venetiis, 1724. Capo VI, § XVII, pag. 114.

Morgagni. « Epistolae anatomicae duodeviginti ». Venetiis, 1740. Ep. III, § 32, pag. 47. Ep. IX, § 34, pag. 265.

Haller. « Elemen. Physiolog. ». Lausannae, 1761. Tomo III, pag. 295.

Morgagni. « De sedibus et causis morborum ». Venetiis, 1761.

Winslow. « Esposizione anatomica della struttura del corpo umano ». (Trad. dal francese). Venezia, 1767. (La prima edizione francese di quest'opera è datata da Parigi, 1732).

Eustachi. « Tabulae anatomicae ». Venetiis, 1769. (Ediz. del Lancisi). Tav. X, fig. 2, e tav. XVIII, figg. 8 e 23.

Portal. « Histoire de l'Anatomie et de la Chirurgie ». Paris, 1770. Vol. VI, pp. 297 e 552.

Haller. « De partium corporis humani fabrica et functionibus ». Bernae et Losannae, 1778. Tom. VII, pag. 264.

Caldani. « Institutiones Anatomicae ». Venetiis, 1791. Vol. II, pag. 144.

Portal. « Cours d'Anatomie Médicale ». Paris, 1803. Vol. IV, pag. 562.

Fattori. « Guida allo studio dell' Anatomia umana ». Pavia, 1807.

Sömmering. « Sulla struttura del corpo umano ». (Trad. De Luca). Crema, 1820. Tomo VI, pag. 60.

Meckel. « Manuale di Anatomia generale, descrittiva e patologica ». Milano, 1826.

Caldani. « Nuovi elementi di Anatomia ». Bologna, 1827.

Martini. « Lezioni di fisiologia ». Torino, 1828. Tomo VII, pag. 458.

Mascagni. « Tavole ». (Ediz. del Serrantoni). Firenze, 1833. Tavv. III-XXI-V-XXII.

Cloquet. « Traité d'Anatomie descriptive », pag. 251, § 1471. Bruxelles, 1834.

Lauth. « Nouveau Manuel de l'Anatomiste ». (2me édition). Paris, 1835. Chap. VIII, pag. 318.

Boyer. « Trattato completo di Anatomia descrittiva ». Vol. II, fasc. III, pag. 243. Firenze, 1836.

Richter (T.). « Enciclopedia anatomica, ossia Anatomia umana universale ». Prima versione italiana. Firenze, 1837. Tav. 127 e 129.

Gorgone. « Corso completo di Anatomia descrittiva colle differenze nelle età, sessi, razza ed anomalie ». Palermo, 1840.

Bayle, Holland e Lauth. « Anatomia generale ». (Trad. ital.). Napoli, 1843.

Huschke. « Trattato di splancnologia e degli organi dei sensi »: tradotto da A. G. L. Jourdan. 1a versione italiana di Levi. In ' Enciclopedia Anatomica '. Venezia, 1848, pag. 291.

Calori. « Tavole Anatomiche ». Bologna, 1850. Tav. 68a, fig. 10.

Blandin. « Nuovi elementi di Anatomia descrittiva ». (1a versione italiana di G. Sereni). Modena, 1856. Tomo II, pag. 323.

Kölliker. « Éléments d'hystologie humaine ». (Trad. de Béclard et See). Paris, 1856.

Petrequin. « Anatomie topographique medico-chirurgicale ». Paris, 1857.

Sappey. « Traité d'Anatomie descriptive ». Paris, 1857. (1a edizione, a pag. 447 del vol. III).

Morel. « Precis d'histologie humaine ». Paris, 1860.

Beraud. « Atlas d'Anatomie chirurgicale topographique ». Paris, 1863. Fig. 32.

Fort. « Traité élémentaire d'histologie ». Paris, 1863.

— « Nouveau dictionaire des Sciences Medicales et Veterinaires ». Paris, 1863, pag. 1355.

De Renzi. « Sommario di Anatomia microscopica normale e patologica ». Milano, 1865.

Inzani. « Compendio di Anatomia descrittiva ». Parma, 1865. Parte 2a: ' Anat. sintetica ', pag. 158.

Strambio. « Trattato elementare di Anatomia descrittiva ». Milano, 1866.

Cruveilhier. « Traité d'Anatomie descriptive ». (5me édit., Tome II, à p. 301). Paris, 1867-1874.

Paulet et Sarazin. « Traité et Atlas d'Anatomie topographique », 1867. Tomo I, fig. 28.

Fort. « Anatomia descrittiva e dissezione ». Milano, 1871. Tomo III, pag. 103.

Frey. « Traité d'histologie ed d'histochimie ». (Trad. de l'Allem. sur la troisième édition par le D.r Spillmann). Paris, 1871.

Hyrtl. « Anatomia dell' uomo ». Milano, 1872.

Henle. « Handbuch der Anatomie des Menschen » 1873. 2 Band. Eingeweidelehre.

Richet. « Anatomie medicochirurgicale ». Paris, 1873.

Boch. « Atlante di Anatomia dell'Uomo ». Napoli, 1877. Tav. XIX, fig. 4; tav. IX, figg. 2 e 3; tav. XXV, fig. 4; tav. XVII, fig. 1.

Frey. « Elementi di istologia ». (Vers. ital. di G. Antonelli sulla 2a ed. tedesca, 1879). Napoli, 1879.

Beaunis et Bouchard. « Nouveaux éléments d'Anatomie descriptive ed d'embriologie ». (3me édit.). Paris, 1880.

SAPPEY. « Trattato di Anatomia descrittiva ». (Trad. ital. sulla terza francese di A. Raffaele). Napoli, 1882. Vol. IV, pag. 498.

HIS. « Anatomie menschlicher Embryonen ». 1885, pp. 97-102.

LEON FEDERIC. In « Dict. encycl. » del Dechambre et Lereboullet. 1887.

GEGENBAUR. « Traité d'Anatomie humaine ». (Trad. sur la 3me édit. allem.). Paris, 1888, vol. III, pag. 643.

HEITZMANN. « Anatomie humaine », in 637 fig., 1890. Fig. 390 e pag. 290.

RAUBER. « Lehrbuch der Anatomie des Menschen ». Leipzig, 1892.

HYRTL. « Istituzioni di Anatomia dell'Uomo ». (Trad. Antonelli). Napoli, 1893. 5a edizione, § 288, pag. 567.

VIERORDT. « Anatomische physiologische und physikalische Daten und Tabellen » (Zweite Auflage). Jena, 1893.

RICHTER (E.). « Grundiss der normalen menschlichen Anatomie ». Berlin, 1896.

SIMON. Artic. « Thyroïde et Thymus » in « Traité d'Anatomie humaine de Poirier ». Paris, 1898.

TOLDT. « Anatomischer Atlas ». Berlin, 1898, pag. 594.

DUVAL. « Compendio di istologia ». (Trad. di Fusari e Sala). Torino, 1899.

SCHENK. « Elementi di istologia normale dell'Uomo ». (Trad. di A. Monti, con note di C. Golgi). Milano, edit. Vallardi.

QUAIN. « Trattato completo di Anatomia umana ». (Trad. ital. di P. Lachi). Soc. editrice libraria di Milano.

ZIEGLER. « Trattato di Anatomia patologica ». (Trad. italiana). Napoli, 1891. Parte 2a, pag. 743.

DEBIERRE. « Trattato di Anatomia dell'Uomo ». (Trad. del D.r Martini). Milano, Vallardi.

TESTUT. « Trattato di Anatomia umana ». (Trad. Sperino e Varaglia). Milano.

ROMITI. « Trattato di Anatomia dell'Uomo ». Milano, Vallardi.

TILLAUX. « Trattato di Anatomia topografica ». (Trad. Tenchini). 5a edizione, parte II, pag. 455. Milano, Vallardi.

HIS-SPALTEHOLZ. « Handatlas der Anatomie des Menschen » 1900. Figg. 632, 307, 516, 627.

KAUFMANN. « Trattato di Anatomia patologica speciale ». (Trad. ital., Milano, fatta sulla 2a ediz. tedesca data a Basilea nel 1901). Parte I, a pag. 285.

LUCIANI. « Fisiologia dell'Uomo ». Milano, 1901. Vol. I, pag. 523.

ERLICH, KRAUSE, MOSSE, ROSIN, WEIGERT. « Encyklopedie der Mikroskopischen Technick ». Berlin, Wien, 1903. Artic. « Schilddrüse » e « Colloid ».

MERKEL. « Trattato di Anatomia topografica ». (Trad. ital.). Vol. II. Torino, 1903.

SOBOTTA. « Atlante-compendio di Istologia e Anatomia microscopica dell'Uomo ». (1a trad. ital. del D.r Pardi). Milano, 1903.

— « Grundiss der deskriptiven Anatomie des Menschen ». II Abteilung, pag. 274, fig. 368. München, 1904.

CHIARUGI. « Istituzioni di Anatomia dell'Uomo ». Milano, 1905.

ROMITI. « Compendio di Anatomia topografica dell'Uomo ». Milano, 1905. Libro II, pag. 229.

TESTUT et JACOB. « Traité d'Anatomie topographique avec applications medicochirurgicales ». Paris, 1905. Tome 1er, Livre II, p. 599.

MC CLELLAN. « Anatomie des régions dans ses rapports avec la médecine et la chirurgie ». (Trad. sur l'édition anglaise par L. Tollemer). Paris, 1906. Vol. I, a pag. 260.

B) MONOGRAFIE E LAVORI SPECIALI.

EVERTZE. « Dissertatio inauguralis anatomico-chirurgica de glandula thyreoidea ». Lugduni Batav. D. 2 Jun. 1708. (A pag. 701 del vol. III, n. XXXII delle « Disputationum anatomicarum Selectarum » di A. Hallerus. Gottingae, 1748).

HAGER. « Dissertatio de glandula thyreoidea ». Wittemberg, 1721. (Citato dal Portal).

VATER. « De novo ductu salivae in lingua humana ». (Vol. I delle « Disputationum anatomicarum Selectarum » di A. Hallerus. Gottingae, 1748).

COSCHWITZ. « Ductus salivalis novus pluribus observationibus illustratus ». Halle, 1729. (Citato dal Le Gendre).

LAUTH. « De glandula thyreoidea ». Argent. 1742. (Citato dal Portal).

GUNZ. « Observationes anatomiques sur la glande thyroïde ». (Mém. de Mathématique et Physique, tome 1er, p. 283. Paris, 1750).

LALOUETTE. « Recherches anatomiques sur la glande thyroïde ». (Mém. de Mathématique et Physique, tome 1er, p. 159. Paris, 1750).

BORDEU. « Recherches anatomiques sur la position des glandes et sur leur action ». Paris, 1751. (Citato dal Portal).

UTTINI. « De glandulae thyreoideae usu ». (De bononiensis scientiarum et artium Instituto atque Academia Commentarii. Tomus septimus. Bononiae, 1791, pag. 27).

SCHMIDTMÜLLER. « Ueber die Ausführungsgange der Schilddrüse » 1804. Landshut, pag. 29. (Citato dal Meckel).

MECKEL. « Sur la thyroïde ». (Abhand. aus der mensch. und vergl. Anatomie, pag. 94. Hall, 1806).

MAAS. « De glandula thyreoidea tam sana quam morbosa ». Inaug. Dissert. Würzburg, 1810. (Citato dal Bayon).

HEDENUS. « Tractatus de glandula thyreoidea tam sana quam morbosa, imprimis de struma ejusque causis atque medela ». Lipsiae, 1822.

MOEHRING. « Anatomia normalis, physiolog. et patholog. thyroideae ». Berlin, 1825. (Citato dal Le Gendre).

KING. « Sur la structure et les fonctions de la thyroïde ». (Guy's hosp. reports, t. I, 1836). (Citato dal Le Gendre).

WUERST. « Dissertatio de glandula thyreoidea ». Berlin, 1836. (Citato dal Le Gendre).

BROERS. « Dissert. de glandula tireoidea ». Trajecti ad Rhenum, 1839. (Citato dall'Eiselsberg).

BOPP. « Ueber die Schilddrüse ». Tubingae, 1840. (Citato dal Le Gendre).

BARDELEBEN. « Observationes microscopicae de glandularum ductu excretorio carentium structura ». Berol. 1841. (Citato dal Le Gendre).

MAIGNIEN. « Des usages du corps thyroïde ». (Compt. rend. à l'Acad. de Médecine de Paris. 1842).

GRUBER. « Ueber die Anomalien der Art. thyreoidea ima und der Art. cricothyreoidea in ihrer wichsigen Beziehung zu einigen chirurgischen Operationen ». (Oesterr. med. Jhrb., Mai u. Juni Heft, 1845).

Godart. « Muscle de la glande thyreoide ». (Commun. à la Société Anatom. de Paris. Luglio 1847).
Panagiotides. « De glandul. thyreoideae structura penitiori, dissertatio ». Berol. 1847.
Lebert et Robin. « Structure de la glande thyroïde chez l'homme et comparaison de cette structure à celle des poissons cartilagineux ». (Suppl. au Dictionn. de médecine pratique de Hufeland). Berlin, 1848. (Citato dal Le Gendre).

Porta. « Delle malattie e delle operazioni della ghiandola tiroidea ». Milano, 1849.
Schaffner. « Zur Histologie der Schilddrüse und der Thymus ». (Zeitschr. f. rat. Medicin., n. 7, 1849). (Citato dal Le Gendre).

Handfield (Jones). « Thyroïd gland ». (Cyclopedia of Anatomy, liv. 39, 1850).

Le Gendre. « De la thyroïde ». (Thèse pour le doctorat en médecine). Paris, 1852.

Kohlraush. « Beiträge zur Kenntnis der Schilddrüse ». (Müller's Archiv, 1853, pag. 142).
Gallois. « Recherches sur le corps thyroïde ». Thèse de Paris, 1853. (Citato dall'Eiselsberg).
Roget et Verneuil. « Recherches anatomiques pour servir à l'histoire des Kystes de la partie supérieure et médiane du cou ». (Archiv. générales de Medec. Vol. I, Serie V. Paris, 1853).

Guillot. « De l'hypertrophie de la glande thyroïde des femmes eincintes ». (Gaz. des Hôpit. Paris, 1860). (Citato dall'Eiselsberg).

Moriggia. « Anatomia e fisiologia del corpo tiroide ». Torino, 1861.

Luschka. « Die Anatomie des menschlichen Halses ». Tübingen, 1862.

Frey. « Die Lymphbahnen der Schilddrüse ». (Vierteljahrsch. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich, 1863, Bd. VIII, pag. 320).

Peremeschko. « Ein Beitrag zum Bau der Schilddrüse ». (Zeitschr. f. Wissensch. Zool., XVII, 1867).

Ricou. « Mémoire sur l'Anatomie et physiologie du corps thyroïde ». (Mém. de méd. milit. Juillet, 1870). (Citato dall'Eiselsberg).

Da Silva Amabo. « Note sur un point obscur de l'hystologie de la glande thyroïde ». (Journal de l'Anat. et de la Physiolog., 1870-71, pag. 244).

Luschka. « Der Kehtkopf des Menschen ». Tübingen, 1871.
Müller (W.). « Ueber die Entwiklung der Schilddrüse ». (Jenaische Zeitschr. für Medicin und Naturwissenschaften. Bd. VI, 1871).
Verson (E.). Articolo « Schilddrüse » (in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben 1871, pag. 267).
Virchow. « Pathologie des tumeurs ». (Trad. di Aronssohn. Tom. III, 1871).
Zeller. « Die Regio trachealis mit besonderer Betrachtung der Gland. thyreoid. ». Inaug. Diss. Tübingen, 1871. (Citato dall'Eiselsberg).

Boéchat. « Recherches sur la structure normale du corps thyroïde ». Paris, 1873.

Berger. « Examen des travaux récents sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie du corps thyroïde ». (Archiv. générales de médecine, 1874, vol. II, a pag. 72).

Burr. « The thyroid gland and the menopause ». (Boston med. and surg. journal, 1875). (Citato dall' Eiselsberg).

Poincaré. « Note sur l'innervation de la glande thyroïde ». (Journal de l'Anat. et de la Physiol. normales et pathol. de l'homme et des animaux. 1875, n. 5, Sept. et Oct., pag. 477).

Baber. « Contribution to the minute Anatomy of the thyroïd gland of the dog ». (Philos. transact. of the R. Soc. of London, Vol. 116, pag. 557, del 1876).

Cognard. « Anomalie du corps thyroïde et du cartilage thyroïde ». (Bullet. de la Soc. des conférences anatomiques, 1876, pag. 28, Lyon).

Gruber. « Eine glandula thyreoidea bipartita bei Anwesenheit eines rudimentären Isthmus ». Virchow's Archiv. Bd. 66, p. 454, 1876).

— « Ueber die Glandula thyreoidea ohne Isthmus des Menschen ». (Arch. f. Anat. Physiolog. und Wiss. Medecine. Leipzig, 1876, pag. 208).

— « Ueber die Glandula thyreoidea accessoria ». (Wirchow's Archiv. Bd. 66, pag. 447, 1876).

Julliard. « Prolongement d'aspect musculaire du corps thyroïde ». (Bulletin de la Société des conférences anatomiques, 1876, p. 11, Lyon).

Pastriot. « Étude sur le goître dépendant de la grossesse et de l'accouchement ». Thèse de Paris, 1876. (Citato dall' Eiselsberg).

Poincaré. « Contribution à l'histoire du corps thyroïde ». (Journal de l'Anat. et de la Physiol. normales et patholog. de l'homme et des animaux. 1877, n. 2, pag. 123).

Zeiss. « Mikroskopische Untersuchungen über den Bau der Schilddrüse» . Dissert., Strassburg, 1877.

Kadyi. « Ueber accessorische Schilddrüsenläppchen in der Zungenbeingegend ». (Archiv. für Anat. und Physiol., Anat. Abth,, 1879).

Zoja. « Ricerche anatomiche sull'appendice della glandola tiroidea ». (R. Accad. dei Lincei. Anno CCLXXVI, 1878-79). Roma, 1879.

Zuckerkandl. « Ueber eine bischer noch nicht be schriebene Drüse in der Regio suprahyoidea ». Stuttgart, 1879.

Horcicka. « Beiträge zur Entwikelungs und Wachstums geschichte der Schilddrüse ». (Zeitschrift für Heilkunde. Bd. 1. Prag, 1880).

Porcher. « Essai sur le goitre dans ses relations avec les fonctions uterines ». Paris, 1880. Thèse pour le doctorat en Médecine.

Wöfler. « Ueber die Entwikelung und den Bau der Sehilddrüse ». Berlin, 1880.

Born. « Ueber die Derivate der embryonalen Schlundbogen und Schlundspalten bei Saügethieren ». (Archiv. f. mikroscop. Anatomie. 1883).

Freund. « Die Beziehung der Schilddrüse zu weiblichen Geschlecht-organen ». (Deut. Zeitschr. f. Chir. 1883).

Wölffler. « Entwikelung und Bau der Kropfes ». (Arkiv. fur Klin Chirurgie. Bd. 29, pagg. 1 e 759, 1883).

Ragazzi. « Recherches anatomiques sur le goître ». Thèse de Berne. Milan, Hoepli, 1884.

Fischelis. « Beiträge zur Kenntnis der Entwikelungsgeschichte der Gl. Thyreoidea und Gl. Thymus ». Arch. f. mikrosc. Anat. 1885. Bd. 25, pag. 405).

Maurer. « Schilddrüse und Thymus der Teleostier ». (Morph. Jahrb. Bd. 11, 1885).

Streckeisen. « Beiträge zur Morphologie der Schilddrüse (Wirchow's Archiv, 1886. Band 104, II, Heft. IX, s. 131).

HEISE. « Ueber Schilddrüsentumoren in Inneren des Kropfes und der Luftröhre ». (Centralblatt f. Chir. 1887, S. 649, Bd. 14, n. 35).

WALDEYER. « Beiträge zur Anatomie der Schilddrüse ». Berliner Klin. Wochenschr, 1887, n. 14).

KASTSCHENKO. « Das Schicksal der embryonalen Schlundspalten dei Säugethieren ». (Arch. f. mikrosc. Anat. 1887, Bd. 30, pag. 1).

LUPÒ. « Contribuzione all'istologia della tiroide ». (Progresso medico, 1888).

RADESTOCK. « Ein Fall v. Struma intratrachealis ». (Beiträge v. Ziegler, 1888, pag. 289, Bd. III).

DEFAUCAMBERGE. « Contribution à l'étude du corps thyroïde ». Thèse pour le doctorat en médecine. Paris, 1889.

LANGENDORFF. « Beiträge zur Kenntniss der Schilddrüse ». (Arkiv. für Anatomie und Physiol. Physiol. Abtheil. 1889. Suppl. Band, pag. 219).

WOLFF. « Ueber ein Fall von accessorischer Schilddrüse in der Zange ». (Deutsch. med. Wochenschr. n. 31, 1° Aug., S. 638, 1889).

WEIL. « Untersuchungen über die Schilddrüse. (Med. Waudervorträge. Berlin, 1889, n. 10). (Citato dall'Eiselsberg).

BREISACHER. « Untersuchungen über die Glandula thyreoidea. (Archiv. f. Anat. und Physiol. 1890). (Citato dall'Eiselsberg).

D'AJUTOLO. « Delle strume tiroidee accessorie, ed in particolare di una mediastinica e di due cervicali nello stesso individuo ». (Mem. Accad. di Bologna, 1890, serie IV, tomo X, fasc. 4°, pag. 773).

MERTENS. « Zur Kenntniss der Schilddrüse ». Inaug. Dissert. Göttingen, 1890.

WÖLFFLER. « Zur Anat. und Pathol. der Kropfes und Nebenkropfes ». Langenbeck's Archiv. Berlin, 1890, Bd. XXXX, s. 168 e 347).

GAUDIER. « Anatomie de la glande thyroïde ». Thèse de Paris, 1891.

HIS. « Der Tractus Thyreoglossus und seine Beziehungen zum Zungenbeine ». (Archiv. für Anat. Abth. 1891, pag. 26).

KAUTLACH. « The thyreo-glossal ductus ». (Journal of anat. and phys. Jannary, 1891). (Citato dall'Eiselsberg).

LINDEMANN. « Zur frage ueber die Innervation der Schulddrüse ». Central. f. allgem. Pathol. und pathol. Anat. 1891).

LUSTIG. « Contributo alla conoscenza dell'istogenesi della ghiandola tiroide ». Lo Sperimentale, 1891, Anno XLV, fasc. 1°).

WEIBGEN. « Zur Morphologie der Schilddrüse des Menschen ». (Munch. Med. Abdhadl. 14 Heft. 1 Reiche. 1891).

BIONDI. « Contributo allo studio della ghiandola tiroide ». (Comunicaz. alla 8ª adunanza della Società Italiana di Chirurgia in Roma, 1891. Roma, 1892. Tipogr. I. Altero).

CRISAFULLI. « I nervi della ghiandola tiroide ». (Bollett. mensile dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania. Nuova serie, fasc. 25). Catania, 1892.

GIACOMINI (C). « Annotazioni sulla anatomia del Negro ». Quinta memoria. (Giornale della R. Accademia di Torino, anno 1892, n. 1°).

PODACK. « Beitrag zur Histologie und Function der Schilddrüse ». Dissertation. Könisberg, 1892.

SCHÖNEMANN. « Hypophisis und Thyreoidea ». (Virchow's Archiv. Bd. 129, pag. 310). Berlin, 1892.

TARUFFI. « Sulle strume congenite della tiroide ». Bologna, 1892.

FODOR. « Ueber die Schilddrüse ». (Pester med. chir. Presse, 1893, Ig. 29, pag. 261).

HORNE. « Colloid in lymphaticus and bloodwesel of thyroid in goitre. (Journal of anat. and physiol. Ian. 1893).

MAZZOCCHI e ANTONINI. « Rapporto fra gozzo e pazzia ». (Annali di Neurologia. 1893, fasc. 4 e 6).

NICOLAS. « Glande et glandes thyroïdes chez les chéiroptères ». (Bull. société des Sciences de Nancy. Année 5, n. 5, mai).

RIVIÈRE. « La glande thyroïde et les goître. Anat. normale et pathologique: Bacteriologie ». Paris, 1893.

ANDERSON. « Zur Kenntnis der Morphologie der Schilddrüse ». (Arch. f. Anat. und Entwikelungsgeschichte. 1894, pag. 177).

BARCLAY. « The nerves of the thyroid gland of the dog ». (Johns Hopkins Hospitals Report. Vol. IV, 1894). (Citato dall' Eiselsberg).

HELLIN. « Struma und Schilddrüse ». Munchen, 1893.

HITZIG. « Beiträge zur Histologie und Histogenese der Struma ». (Archiv. f. Klin. Chirurgie. Bd. 47, 1894).

HÜRSTE. « Beiträge zur Kenntniss des Secretionsvorgans in der Schilddrüse ». (Pflüger's Archiv. f. die Gesamute Physiologie. 1894, Bd. 56).

JACOBI. « Ueber die mediane Schllddrüsenanlage bei Säugern (Schwein) ». (Anatomischer Auzeiger, Band X, 26 sept. 1894, n. 2).

MAUCLAIRE. « Notes sur la situation de l'isthme du corps thyroïde par rapport de la trachée ». (Bull. Soc. Anat. Paris. Année 70, serie 5, tomo 9, fasc. 3, pagg. 131, 135, 2 fig.).

PRENANT. « Contribution à l'étude du developpement organique et histologique du thymus, de la glande tyroïde et de la glande carotidienne ». (« La Cellule » 1894). (Citato dal Rond).

SACERDOTI. « Sui nervi della tiroide ». (Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino. 1893-1894, vol. 29, Disp. 1ª, pagg. 16-22 con tavole).

SCHMIDT. « Ueber Zellknospen in der Arterien der Schilddrüse ». (Virchow's Archiv. Bd. 137, Heft 2°, 1894).

TRAUMANN. « Ueber die Nerven der Schilddrüse ». Diss. Halle, 1894. (Citato dall'Eiselsberg).

VASSALE e DI BRAZZÀ. « Nuovo metodo per la dimostrazione della sostanza colloide nei vasi linfatici della ghiandola tiroide ». (Rivista sperimentale di freniatria e di medicina legale. Vol. XX, fasc. 1°, 25 marzo 1894, pag. 66).

ZIELINSKA (Marie). « Beiträge zur Kenntniss der normalen und strumösen Schilddrüse des Menschen und des Hundes ». An d. path. Inst. zu Bern. 1 Taf. (Virchow's Archiv, Bd. 136, Heft. 1, pagg. 170-194).

BOUCHAUD. « Mangel der Schilddrüse ». (Ziegler's Beitrag z. path. Anat. und z. Allg. Pathol. 1895, Bd. XVIII).

BOZZI. « Untersuchungen über die Schilddrüse: Histologie, Secretion, Regeneration ». (Ziegler's Beiträge z. Path. Anat. und z. allg. Path. 1895. Bd. XVIII, pag. 125).

CIVALLERI. « Ricerche anatomiche sui muscoli sottoioidei ». Giornale della R. Accad. di Torino. Anno 68, nn. 7 e 8, 1895).

LAUSON. « Enlargement of the thyroid body in pregnancy ». (Edimburg med. Journal, 1895). (Citato dal Bayon).

MARSHALL. « Variation in the form of the thyroid gland in man ». (Journal of Anat. a. Physiol. Vol. 29. Part. 2ª. London, Gennaio 1895).

POIRIER. « Note sur les muscles elevateurs de la glande thyroïde ». Bullet. de la Société Anat. Année 70, 1895, série 5, tome 9, fasc. 16, pagg. 654-656).

FISCHER. « Ueber die Beziechungen zwischen der Schilddrüse und den Weiblichen Gescletsorganen ». (Wiener med. Wochenschrift 1896, n. 6 pag. 218; n. 7, pag. 259; n. 8, pag. 315 e n. 9, pag. 355).

GÜHTZ, GODEFROY JUST. « Observation anatomique sur la glande thyroïde ». Thèse de Paris. 1896.

GUIART. « Étude sur la glande thyroïde dans la serie des vertebrés et en particulier chez les Selaciens ». Thèse de Paris, 1896.

GURRIERI. « Azione del fosforo sulla ghiandola tiroide ». Nota (Riv. speriment. di freniatria e di medicina legale delle alienazioni mentali. Vol. XXII, fasc. III, pag. 462, 1896).

KOHN. « Studien ueber die Schilddrüse ». (Archiv. f. mikrosc. Anat., 1896).

MUELLER (L. R.). « Beiträge zur Histologie der normalen und erkrankten Schilddrüse ». (Ziegler's Beiträge z. pathol. Anat. und z. allgem Pathol., Bd. XIX, 1896, pag. 127).

SIMON (Ch.). « Thyroïde laterale et glandule thyroïdienne chez les mammifères ». Thèse de Nancy, 1896.

AMALDI. « La ghiandola tiroide negli alienati ». (Rivista sperimentale di Freniatria, 1897, fasc. II).

BRIAN. « Recherches anatomiques et physiologiques sur l'innervation du corps thyroïde ». 1897, Paris.

BRUCKNER. « Contribution à l'étude histologique de la glande thyroïde ». (Archiv. de sciences médic. de Boucarest, 1897).

DE COULON. « Ueber Thyreoidea und Hypophisis der Cretinen, sowie Thyroidalreste über bei Struma nodosa ». (Virchow's Arch., Bd. 147, pag. 53, Berlin, 1897).

FRASCANI. « Dei rapporti fra la ghiandola tiroide e gli organi genitali femminili ». (La Clinica Moderna, 1897). (Citato dal Bayon).

GALEOTTI. « Beiträge zur Kenntniss der Sekretionserscheinungen in der Epithelzellen der Schilddrüse ». (Archiv. f. mikr. Anat., Bd. 48, 1897, s. 305).

JACQUES. « De l'innervation sécrétoire de la glande thyroïde ». (Bibliogr. anatomique. N. 4, Juillet, Août, pag. 189, 1897).

LEONHARDT. « Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung der Schilddrüse für das Wachstum im Organismus ». (Virchow's Archiv., Band 149, pag. 341, 1898).

LINDEMANN. « Ueber das Verhalten der Schilddrüse beim Icterus ». (Virchow's Archiv., Bd. 149, pag. 202. 1897).

MUNK. « Zur Lehre von der Schilddrüse ». (Virchow's Archiv. Supplem. zum. 150 Band, p. 271. 1897).

STREIFF. « Ueber die Form der Schilddrüsen-Follikel des Menschen ». (Archiv. f. mikroscop. Anat. Bd. 48, 1897, pag. 583.)

COMTE. « Contribution à l'étude de l'hypophyse humaine et de ses relations avec le corps thyroïde ». Thèse de Lausanne, 1898.

MARESCH. « Congenitaler Defect der Schilddrüse bei einem 11-jährigen Mädchen mit vorhandenen "Epithelkörperchen" » (Zeitschrift für Heilkunde. Band XIX, Hft. IV, s. 249. 1898, Berlin).

ROGER et GARNIER. « Infection thyroïdienne expérimentale ». (Comptes rendus de la Société de Biologie. 1898. Séance du 1er Octobre. Paris).

ID et ID. « Action du bacille typhique sur la glande thyroïde ». (Ibidem n. 29).

ID. et ID. « La sclerose du corps thyroïde chez les tuberculeux. (Ibidem, n. 28).

LANGE « Die Bezichungen der Schilddrüse zur Schwangerschaft ». (Zeitschrift f. Geb. u. Gyn. 1899).

LIVINI. « Della terminazione dei nervi nella tiroide e delle fessure pericellulari nelle vescicole tiroidee ». (Lo Sperimentale, Archivio di Biologia. Anno LIII, fasc. 3°, Firenze, 1899).

PEUKER. « Ueber einem neuen Fall vom congenitalem Defecte der Schilddrüse mit vorhandenen Epithelkörpechen ». (Zeifsch. f. Heilkunde. Bd. XX, nn. 5 e 6. 1899, Berlin.)

ROGER et GARNIER. « La glande thyroïde dans les maladies infectieuses ». (La presse médicale. 1899, 19 avril, n. 31, pag. 131).

IUVARA. « Contribution à l'étude des faisceaux muscolaires s'inserants par une de leurs extrémités sur une portion quelconque de la glande thyroïde ». (Journal de l'Anatomie et de la Physique, XXXIV, 1900). (Citato dall'Eiselsberg).

MOTTA COCO. « Rigenerazione della ghiandola tiroide ». (Monitore zoologico italiano. Vol. XI, 1900, pag. 86).

ROGER et GARNIER. « Des lesions de la glande thyroïde dans l'intoxication phosphorée. (Comptes rendus de la Société de Biologie. 20 gennaio 1900, pag. 65),

Roud. « Contribution à l'étude de l'origine et de l'évolution de la Thyroïde latérale et du Thymus chez le Champagnol ». (Bull. de la Société Vaudoise des Sciences médicales. Vol. XXXVI. pag. 137. Lausanne, 1900).

Torri. « La tiroide nei morbi infettivi ». (Il Policlinico, Vol. VII, C. 1900, Roma, fasc. 3°, 4° e 5°.)

Baldoni. « Die Proteinkörper der Schilddrüse ». (Giess., Unters. Natural. 1901).

Civalleri. « Terminazioni nervose nella glandola tiroide ». (Giornale della R. Accademia di Torino, anno 64, n. 7, 1901).

De Paoli. « Contributo allo studio della patologia e terapia del gozzo ». Perugia, 1901.

Eiselsberg. « Die Krankheiten der Schilddrüse ». (Lieferung 38 della " Deutsche Chirurgie " von Billroth und Lücke. Stuttgart, 1901).

Kashiwamura (S.). « Die Schilddrüse bei infections Krankheiten ». (Virchow's Archiv., Bd. 166. 1901, pag. 373).

Luebke. « Beiträge zur Kenntniss der Schilddrüse ». (Virchow's Archiv. Bd. 167, 1901).

Motta Coco. « Contributo all'istologia della ghiandola tiroide. (Anatomischer Anzeiger. Bd. XIX, 23 februar 1901, n. 3 und 4, a p. 88).

Perrando. « Contributo preliminare intorno alla struttura della tiroide nei neonati ». Genova, 1901.

Selter. « Zwei Fälle von Arthyreosis completa ». (Archiv. f. Kinderheilkunde. 1901. Bd. XXXII. s. 397).

Crispino. « La tiroide nella infezione e intossicazione sperimentale ». (Giorn. dell'Assoc. napoletana dei medici e naturalisti; 1902).

Luebke. « Beiträge zur Kenntniss der Schilddrüse ». (Virchow's Archiv., 1902. Bd. 167, pag. 490).

Perrando. « Alterazioni istologiche della tiroide nei feti sifilitici e non vitali ». Gazzetta degli Ospedali e delle Cliniche, n. 21, 1902.

Id. « Sulla struttura della tiroide nei neonati in varie condizioni anatomo-patologiche ». (Studî Sassaresi, 1902, anno II, ser. 2ª, fasc. 1°) e (Gazzetta degli Ospedali e delle Cliniche, 1902).

Rolando (S.). « L'istmo del corpo tiroide nella tracheotomia ». (Bollett. della R. Accademia medica di Genova, anno XVII, n. XIII, pag. 177. 1902).

Erdheim. « Zur normalen und pathologischen Histologie der Glandula thyreoidea ». Ziegler's Beiträge. Bd. XXXIII, 1903, pag. 158).

Abt. « Le corps thyroïde et la grossesse ». Paris, 1904. Thèse pour le doctorat en médecine.

Bayon. « Ueber die Thyreoiditis simplex und ihre Folgen »(Centralblatt f. allg. Pathologie, etc. Bd. XV. 1904).

Giudiceandrea. « La tiroide nella clorosi ». (Soc. Lancisiana degli Ospedali di Roma. Seduta del 3 dicembre 1904) e (Il Policlinico Sez. prat. fasc. 51. 1904).

Livini. « Sopra un caso di notevole diminuzione dell'apparecchio tiroparatiroideo in una donna ». (Monitore Zoologico Italiano. Gennaio, 1904).

Oberthur. « Examen histologique de trois cerveaux d'idiots du type mongolien et du corps thyroïde de deux de ces malades ». (Progrès médicale. Année 33, n. 40, pagg. 215, 216. 1904).

De Quervain. « Die akute nicht eiterige Thyreoiditis und die Beteilung der Schilddrüse an akuten Intoxikationen und Infektionen überhaupt ». (Grenzgebiete d. Med. u. Chir. 1904). (Citato dal Traina).

Tescione. « Modificazioni istologiche della glandola tiroide in seguito all'ablazione delle ovaie ». Ricerche sperimentali (Archivio italiano di ginecol. anno 7°, 1904. Vol. 2, n. 6, pagg. 251, 256).

Amato. « La secrezione tiroidea nella gravidanza ». (Archivio di Anatomia patologica e Scienze affini. Fasc. 1°, 1905).

Getzowa. « Ueber die Thyreoidea von Kretinen und Idioten ». (Virchow's Archiv. Bd. 170. 1905).

JACQUES. « Deux cas d'ectopie thyreoïdienne ». (Comptes rendus de la Société de biologie. Paris, 1905, n. 38, pagg. 714, 715).

PIRERA. « Sui rapporti fra tiroide e pacreas ». Studio sperimentale. (Giornale internazionale delle Scienze mediche. Anno XXVII. 15 Gennaio 1905. Fasc. 1°, pag. 17).

TIBERTI. « Sull'attività secretoria della ghiandola tiroide in alcune condizioni morbose ». (Lo sperimentale. Anno 1905).

TRAINA. « Contributo all'Anatomia patologica della tiroide e delle paratiroidi ». Pavia, 1905. (Bollettino della Società Medico Chirurgica di Pavia. Seduta del 30 Giugno 1905).

D'EVANT. « Note anatomiche ». (Giornale dell'Associazione dei medici e naturalisti. Anno V. Puntata 4ª, 1906). Napoli.

FABRE. « Un cas de persistence du canal thyreoglosse ». (Toulouse médical, n. 9, pag. 101; 1906). Toulouse.

TENCHINI. « Sur la morphologie de la glande thyroïde chez les fous ». (Rapports et Communications, 2e fasc., VI Congrès international d'Anthropologie criminelle. Turin, 28 Avril-3 Mai 1906).

VERSON (S.). « Sulla presenza di elementi cellulari identici ai megacariociti nella ghiandola tiroide ». Nota II (Bollettino della Società Medico-Chirurgica di Pavia. Seduta del 9 marzo 1906. Pavia, 1906.)

RELAZIONE

letta dal Socio STRUEVER, relatore, a nome anche del Socio PATERNÒ, nella seduta del 5 gennaio 1908, sulla Memoria di EUGENIO TRAINA: *Su alcune Celestine di Sicilia.*

Nonostante le estese ricerche precedentemente istituite da varî autori sulla forma cristallina della Celestina di Sicilia e di altre regioni, il Traina, prendendo ad esaminare il materiale esistente nel Museo Mineralogico dell' Università di Messina e in parte da lui stesso raccolto in un lungo soggiorno a Caltanisetta, ha potuto aumentare di molto il numero delle forme semplici e delle combinazioni constatate nella Celestina di Sicilia. Difatti, alle 17 forme semplici già note, egli aggiunge 8 altre nuove per la regione e 2 nuove per la Celestina in genere. Il numero delle combinazioni trovate nei cristalli della Sicilia è portato da 28 a 34, senza tener conto dell'abito variabile dei cristalli presentanti la medesima combinazione. Il lavoro è ben condotto e accompagnato da quadri riassuntivi degli angoli misurati e calcolati, e da una tavola nella quale sono raffigurati i cristalli più notevoli e la proiezione di tutte le forme ora note nella Celestina di Sicilia.

Proponiamo che la Memoria sia inserita per esteso nei volumi dell'Accademia.

Su alcune Celestine di Sicilia [1].

Memoria di EUGENIO TRAINA

(con una tavola)

In alcune Celestine, recentemente avute in dono in un lungo mio soggiorno in Caltanissetta e provenienti per la maggior parte dalle miniere zolfifere di quel territorio, ebbi occasione di notare la presenza di qualche forma che, per quanto era a me noto, non figurava fra quelle citate per la Sicilia dai numerosi autori che più o meno estesamente se ne occuparono.

Sebbene da principio ritenessi che una ulteriore ricerca sulla Celestina di Sicilia, ad altro non avrebbe condotto che alla conferma delle forme e delle combinazioni già descritte per la regione, pure volli estendere lo esame ad un numero maggiore di cristalli, avvalendomi del materiale esistente nella collezione di questo Istituto mineralogico, messo cortesemente a mia disposizione dal Direttore, prof. G. La Valle.

Il risultato dello esame fu superiore alla mia aspettativa e tale ch' io credetti utile darne notizia in questa Memoria.

In essa son descritti i pochi cristalli che si mostrarono veramente interessanti per la quantità notevole, rispetto a quelle fin'ora note, delle forme nuove per il giacimento, due delle quali sono nuove pel minerale.

Pertanto, dati gli studî precedenti ed estesi di autorevoli mineralisti, fatti su materiale più numeroso e più adatto alle misure che non il mio, e trattandosi di pochi cristalli di località diverse, ho tralasciato la determinazione delle costanti, adottando pel calcolo quelle date per la Celestina di Sicilia dall'Auerbach, nella sua pregevole monografia [2], riducendole però a quattro cifre decimali:

$$a : b : c = 0,7803 : 1 : 1,2824 \text{ [3]}.$$

Per le stesse ragioni, delle misure avute, mi limiterò a riportare solo quelle poche alle quali, per la bontà delle facce, ho potuto dare un certo peso.

Descrizione dei Cristalli.

I. — *Grottacalda* (fig. 1).

Questi cristalli si presentano a gruppetti di due o tre individui associati intimamente, qualche volta compenetrati, parallelamente alla base, ed impiantati da un

[1] Lavoro eseguito nel Gabinetto mineralogico della R. Università di Messina.

[2] *Krystallographische Untersuchungen des Cölestins — Sitz. d. K. Ak. d. Wissenschaften.* Wien 1869, LIX B., I Abt.

[3] L'A. dà: 0,78035 : 1 : 1,28236.

estremo dell'asse x; sono incolori, poco trasparenti e di piccole dimensioni (circa mm. $6 \times 4 \times 2\frac{1}{2}$, rispettivamente secondo x, y e z).

Vi si osserva la combinazione delle seguenti forme, presenti in tutti i cristalli:

}001{ }019{ }017{ }011{ }104{ }102{ }110{ }113{ }328{.

Le facce quasi sempre poliedriche, per compenetrazione parallela di altri individui, riflettono immagini multiple, alle volte molto brillanti ed accumulate, alle volte deboli e sfumate.

La base }001{ ha sempre il predominio sulle altre facce, ciò che dà ai cristalli un aspetto appiattito, quasi tabulare; ad essa tengono dietro le altre nell'ordine seguente:

}011{ dopo la base è la più estesa; superficie brillante e pianeggiante.

}102{ striata secondo lo spigolo di combinazione con }104{.

}017{ trovata da recente dallo Zambonini nella Celestina di Boratella in Romagna [1]; presenta una superficie scabra e rugosa nel senso dello spigolo 017 : 328, riflettente immagini multiple e sfumate; nondimeno ho potuto ottenere le misure che qui riporto, le quali, tenuto conto della imperfezione della faccia, vanno in pieno accordo col calcolo:

Angoli	Limiti	Medie	Calcolo	Differenze
001 : 017	10° 4′-11°19′	10°41′24″	10°23′12″	+ 18′12″
011 : 017	40°49′-42°28′	41°22′40″	41°40′19″	− 17′39″

}110{ sempre a superficie molto brillante.

}328{ *nuova per la Celestina*; si presenta a superficie relativamente alquanto estesa e ben delimitata, la quale, sebbene scabra, riflette immagini che, pur non essendo chiare nè semplici, permisero le seguenti misure sufficientemente buone, in base alle quali fu determinato il simbolo:

Angoli	Limiti	Medie	Calcolo	Differenze
102 : 328	16°0′-18°6	16°58′40″	17° 5′ 8″	− 6′28″
001 : 328	34°14′-35°25′	35° 4′30″	34°52′58″	+ 11′32″
011 : 328	—	44°31′	44°43′42″	− 12′42″
110 : 328	55°53′-56°10′	56° 1′	55°52′25″	+ 8′35″

Dal superiore confronto risulta pertanto accertata la nuova forma.

}104{ stretta e striata come la }102{.

}113{ visibile a leggero ingrandimento, stretta ed un po' allungata; spesso non si vedono tutte e quattro le faccette.

}019{; fra le }001{ e }017{ osservasi, a lente abbassata, una listerella luminosa senza contorni netti che sembra, piuttosto che una faccia, una continuazione un po' in-

[1] Ferruccio Zambonini, *Su alcuni notevoli cristalli di Celestite di Boratella* (Romagna). Rend. Acc. Lincei, vol. XIII, serie 5ª, fasc. 1, 1904.

curvata della {017}, ad essa inclinata di qualche grado. Non senza una certa difficoltà son riuscito a misurarla con {001}.

Dai valori ottenuti risultò per essa un simbolo }019{, che sta fra i due noti {018} e {0.1.10}, col quale, calcolando, potei confermare le misure che riporto qui appresso per intiero:

001 : 019	7°30′	
	7 53	
	7 54	
	8 42	
	8 58	
media	8°11′24″	differ. + 4′52″
calcolo	8 6 32	

Pur nondimeno, prima di assumere tal simbolo, dubitai alcun tempo dell'attendibilità delle mie misure alle quali, sebbene sufficientemente concordanti col calcolo, non potevo dare gran peso, per la imperfezione e la scarsezza dei riflessi; ma le osservazioni testè fatte dal Manasse sulla Celestina della cava di zolfo di Poggio Orlando ([1]), mi tolsero di dubbio, avendovi egli rinvenuta la forma nuova {019} con le seguenti misure, che confermano le mie:

Angoli	Limiti	Media	Calcolo (2)
001 : 019	7°53′-8°51	8°15′	8°5′ 2/5

detti valori, come l'autore stesso osserva, non possono riferirsi nè a {018} nè a {0.1.10} ([3]).

II. — *Tumminelli* (fig. 2).

La combinazione di questi cristalli è delle più frequenti nella Celestina di Sicilia; è data dalle forme:

}001{ }011{ }110{ }104{ }102{

tutte nitide e brillantissime, fra le quali predomina per lo sviluppo la }011{.

Qualche volta però vi si rinviene la }1.0.17} *nuova per la Celestina.*

Detta nuova forma mi fu dato osservarla soltanto in due cristalli, in uno dei quali si presenta a superficie relativamente alquanto estesa, limitata da spigoli netti, pianeggiante e finissimamente striata in modo da esserne resa opaca. Le strie sono parallele allo spigolo formato con la base.

Riflette immagini semplici, ma poco chiare e sfumate.

([1]) E. Manasse, *I minerali della Cava di zolfo di Poggio Orlando presso Lornano in provincia di Siena.* Pisa, 1907, Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., vol. XXIII.

([2]) Con le costanti adottate dal Dana: Descrip. Min. 1906; $a:b:c = 0,77895:1:1,28005$.

([3]) L'A. ritiene nuova la forma {0.1.10} la quale invece è riportata da Goldschmidt, *Krystallog. Winkeltabellen.* Berlin, 1897.

In ambedue i cristalli ho misurato:

Angoli	Limiti	Media	Calcolo	Differenze
001:1.0.17	5°25′ - 5°54′	5°39′30″	5°31′20″	+ 8′9″
011:1.0.17	51°52′30″-52°39′	52°15′45″	52°15′37″	+ 0′8″

A miglior conferma del simbolo assunto, ho voluto porre in confronto i valori suddetti con quelli che si sarebbero avuti calcolando con }1.0.16{ e }1.0.18{ invece che con }1.0.17{; il calcolo ha dato questi risultati:

Angoli	Calcolo	Differenze
001:1.0.16	5°51′52″	— 12′22″
011:1.0.16	52°17′12″	— 1′27″
001:1.0.18	5° 4′13″	+ 27′ 8″
011:1.0.18	52°19′48″	— 4′ 3″

Ora, paragonando le differenze del calcolo con i tre simboli, riunite nel seguente quadro, esse risultano minori per (1.0.17)

	1.0.17	1.0.16	1.0.18
001	+ 8′9″	— 12′22″	+ 27′8″
011	+ 0′8″	— 1′27″	— 4′3″

quest' ultimo è dunque fra i tre il simbolo che spetta alla nuova forma.

III. — *Prestianni* (fig. 3).

Combinazione osservata:

}011{ }110{ }102{ }122{ }132{ }143{

Abito perfettamente prismatico per lo esclusivo sviluppo delle }011} e }110{; tutte le altre forme di estensione limitatissima.

}110{ appare opaca come rivestita da una sottilissima patina bianchiccia;

}102{ e }122{ a superficie piuttosto brillante;

}132{ e }143{ strette ed allungate nel senso dello spigolo formato dalle }011{ e }110{, pochissimo splendenti ed un po' incurvate. Essendo inclinate l'una all'altra di appena 5 gradi, appaiono come una sola faccia molto incurvata.

Per queste due ultime ho avuto le seguenti misure che, avuto riguardo alla deficiente chiarezza delle immagini, possono ritenersi sufficientemente buone:

Angoli	Limiti	Medie	Calcolo	Differenze
122:132	10°23′-11°36′	11° 0′24″	11°19′ 7″	— 18′43″
011:132	—	23°21′	23° 8′54″	+ 12′ 6″
011:143	—	17°43′	17°11′52″	+ 31′ 8″
132:143	—	5°38′	5°57′ 5″	— 19′ 5″

IV. — *Aidone* (fig. 4).

Un bel gruppo di questi grossi e vistosi cristalli fa parte della collezione delle Celestine siciliane di questo Museo Mineralogico.

In un cristallo scelto fra i migliori ho trovato la seguente combinazione:

}001{ }0.1.10{ }011{ }104{ }102{ }110{ }113{

Abito prismatico appiattito secondo la base.

Molto sviluppate le }001{ }011{ }110{, rispetto alle }104{ }102{ e }113{ qualche volta appena visibili.

}0.1.10{ di media estensione, presenta una superficie un po' curva a splendore perlaceo.

Quest' ultima forma è accertata dalle seguenti misure:

Angoli	Misurato	Calcolato	Differenze
001:0.1.10	7°28′	7°18′27″	+ 9′33″
011:0.1.10	44°50′	44°44′38″	+ 5′22″

V. — *Iuncio.*

L'Auerbach [1] riporta per la Sicilia una combinazione:

}001{ }011{ }104{ }102{ }110{

per cristalli ad abito tabulare secondo la base.

Questa combinazione trovasi diffusissima nei cristalli della miniera Iuncio, ove però l'abito è diverso, potendosi infatti distinguere due tipi costanti: il prismatico ed il tabulare secondo }011{.

Nel primo tipo è caratteristico l'enorme sviluppo di una delle due facce apicali }104{, (qualche volta }102{).

I cristalli del secondo tipo si presentano per lo più allungati secondo l'asse x, da un estremo del quale sono impiantati; raramente i cristallini sono completi, con le due facce }011{ e }0$\bar{1}\bar{1}${, secondo le quali sono tabulari, a forma quasi di esagono (fig. 5).

VI. — *Sicilia.*

Per quanto non mi sia stato possibile accertarne la precisa località di provenienza, pure non posso tacere dei tre seguenti cristalli che, a mio avviso, appaiono di un interesse non insignificante pei giacimenti siciliani.

1° Cristalli ad abito tabulare secondo }001{; facce pianeggianti e splendenti; un po' meno quelle comprese fra }001{ e }011{, le quali sono strette e riflettono immagini poco chiare, ma apprezzabili.

[1] Loc. cit.

Combinazione osservata:

}001{ }0.1.20{ }0.1.16{ (1) }018{ }011{ }104{ }102{ }110{

Dopo la base sono assai estese le }104{ }102{ }011{.

2° (fig. 6). Il tipo dominante, dato dallo sviluppo delle }011{ e }122{ è quello di un prisma terminato da una piramide, i cui spigoli sono smussati da quattro facce equidimensionali, piuttosto strette ed allungate, cioè le }102{ }10$\bar{2}${ e }120{ }1$\bar{2}$0{, queste ultime rugose.

Oltre alle suddette vi si rinvengono:

}001{ e }110{ larghe rispettivamente quasi quanto le }102{ e }120{;

}111{ piccola e brillantissima e }144{ a lista stretta e lunga e poco splendente.

3°. (fig. 7). A forma di un prisma troncato dal pinacoide }100{.

Le forme per lo sviluppo si succedono in quest'ordine:

}011{ a superficie un po' ondulata;

}100{ rugosa e solcata da strie piuttosto profonde parallele agli spigoli di combinazione con }110{ e }102{; vi si rinviene anche qualche solco secondo lo spigolo }100{ }011{; riflette barlumi molto confusi.

}144{ larga e convessa;

}001{ e }111{ strette ed allungate, molto splendenti;

}102{ e }110{ piccole e brillanti.

Nella zona 011:110 sta una faccia piuttosto larga, solcata da strie ondulate, a superficie ora curva ora ondulata, la quale non mi è stato possibile poter determinare.

Nel quadro seguente son riportate, come è detto avanti, le migliori misure ottenute, i cui valori calcolati ho messo in confronto con quelli calcolati dall'Auerbach. Le piccole differenze che risultano da questo confronto son dovute alla riduzione a quattro decimali da me fatta alle costanti del suddetto autore.

(1) Descritta recentemente dal Billows, *Celestite di Monte Viale nel Vicentino*. Riv. di Min. e Cristallog. ital. Padova 1904, vol. XXXI.

Angoli	Limiti		Medie	Calcolo	Differenze	Auerbach (calcolo)
001:0.1.20	3.°29′	- 3,°43′	3.°35.′20″	3.°40′ 7″	— 4′.47″	
001:0.1.16	4. 34	- 4. 50	4. 44	4. 34. 55	+ 9. 5	
001:0.1.10	—		7. 28	7. 18. 27	+ 9. 33	
001:019	7. 30	- 8. 58	8. 11. 24	8. 6. 32	+ 4. 52	
001:018	9. 24	- 9. 34	9. 28. 40	9. 6. 25	+ 22. 15	
001:017	10. 14	-11. 19	10. 41. 24	10. 23. 12	+ 18. 12	
001:011	51. 56	-52. 10	52. 2	52. 3. 7	— 1. 7	52°. 3′. 9″
0.1.10:011	—		44. 50	44. 44. 38	+ 5. 22	
017:011	40. 49	-42. 28	41. 22. 40	41. 40. 19	— 17. 39	
01$\bar{1}$:011	75. 42	-76. 15	75. 55. 33	75. 53. 46	+ 1. 47	75. 53. 42
001:1.0.17	5. 25	- 5. 54	5. 39. 30	5. 31. 20	+ 8. 10	
011:1.0.17	51. 52 30″	-52. 39	52. 15. 45	52. 15. 37	+ 0. 8	
001:104	22. 12	-22. 34	22. 25	22. 19. 12	+ 5. 48	22. 20. 3
001:102	39. 12	-39. 24	39. 22	39. 24. 40	— 2. 40	39 21. 30
104:102	16. 53	-17. 41. 30″	17. 10. 33	17. 4. 30	+ 6. 3	17. 4 27
102:10$\bar{2}$	101. 1	-101.32	101. 14. 15	101. 10. 40	+ 3. 35	101. 11
011:102	61. 30	-61. 35	61. 32	61. 38. 59	— 6. 59	61. 37. 56
011:104	—		55. 15	55. 19. 59	— 4. 59	
110:1$\bar{1}$0	75. 32	-75. 52	75. 24	75. 50. 48	— 26. 48	75. 56
110:$\bar{1}$10	104. 6	-104. 7	104. 6. 30	104. 9. 12	— 2. 42	
011:110	61. 5	-61. 11	61. 8	60. 58. 40	+ 9. 20	60. 58. 26
110:102	59. 46	-60. 1	59. 53. 30	59. 57. 53	— 4. 23	59. 58. 5
110:120	—		19. 4	19. 23. 20	— 19. 20	19 23. 3
001:111	64. 11	-64. 30	64. 20. 30	64. 22. 21	— 1. 51	64. 2. 15
110:111	25. 53	-25. 47	25. 50	25. 37. 39	+ 12, 21	
001:122	—		56. 50	56. 43. 1	+ 6. 59	56. 42. 41
001:144	—		53. 40	53. 24. 8	+ 15. 52	
102:144	—		51. 19	51. 57. 54	— 38. 54	
102:122	43. 38	-45. 34	44. 42. 10	44. 44. 6	— 1. 56	
122:132	10. 23	-11. 36	11. 0. 24	11. 19. 7	— 18. 43	
011:132	—		23. 21	23. 8. 54	+ 12. 6	23. 8. 49
011:143	—		17. 43	17. 11. 52	+ 31. 8	
132:143	—		5. 38	5. 57. 5	— 19. 5	
001:328	34. 44	-35. 25	35. 4. 30	34. 52. 58	+ 11. 32	
011:328	—		44. 31	44. 43. 42	— 12. 42	
110:328	55. 53	-56. 10	56. 1	55. 52. 25	+ 8. 35	
102:328	16. —	-18. 6	16. 58. 40	17. 5. 8	— 6. 28	

In ultimo ho riunito nel quadro qui appresso le forme e le combinazioni, ch'io sappia, note sin'ora per la Sicilia; non ho potuto aggiungervi le 24 combinazioni già descritte nel 1838 da Carmelo Maravigna (*Memoires pour servir à l'histoire*

naturelle de la Sicile), riuscendo impossibile desumere dalle figure le singole forme, non avendo l'autore, nelle succinte descrizioni, riportato nemmeno le misure.

Giova qui avvertire che le combinazioni segnate nel quadro ai numeri 6 e 22 sono le stesse, ma di abito diverso.

	AUERBACH																								Schrauf (1)	Lasaulx (2)			Grottacalda	Tumminelli	Prestianni	Aidone	Sicilia		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
001	..	..	..	..	+	+	+	+	+	..	+	+	+	+	..	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	..	..	+	+	..	+	+	+	+
100	+	..	+	..	..	+	..	..	..	.	+	..	..	..	+	+	..	..	+	..	..	+	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..
010	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
0.1.20	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+
0 1.16	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+
0.1.10	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..
019	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..
018	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+
017	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..
011	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
021	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
1.0.17	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..
108	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
104	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	+	+	..	+	..	..	+
102	..	..	..	+	+	+	+	+	+	+	+	..	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
210	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
110	..	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	..	+	+	..	+	+	..	..	+	+	+	+	+	+	+
120	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..
114	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..
113	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	+	..	..	..
111	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	+	+	+	+	+	+	..	+	+	+	..	..	..	+	..	+	..	+	..	..	..	..	+	+	..
144	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	+	..
133	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..	..	..
122	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	..	+	..	..
143	..	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..
132	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	+	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	+	..	..	..	..
328	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	+	..	..	..	..	..	..

(¹) Schrauf, *Atlas d. Kryst.-formen*. Wien, 1877, tav. XLVIII, fig. 10. (*Grosse Krystalle mit matter Oberfläche von Sicilien*).

(²) Lasaulx, *Beobachtungen in den Schwefeldistrikten von Sicilien*. Neuen Iahrb. für Min. Geol. u. Palaeont. Stuttgart, 1879.

Riepilogando: le forme sin' ora note per la Sicilia erano le 17 seguenti:

}001{ }100{ }010{ }011{ }021{ }108{ }104{ }102{ }210{ }110{ }120{
}114{ }111{ }133{ }122{ }143{ }132{;

ad esse se ne sono aggiunte altre 8 nuove per la regione:

}0.1.20{ }0.1.16{ }0.1.10{ }019{ }018{ }017{ }113{ }144{

e due nuove per la Celestina:

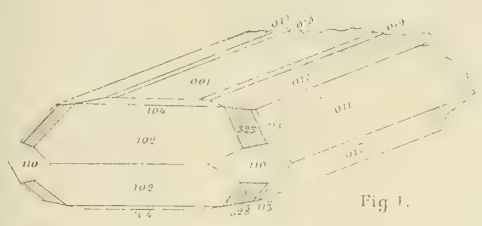
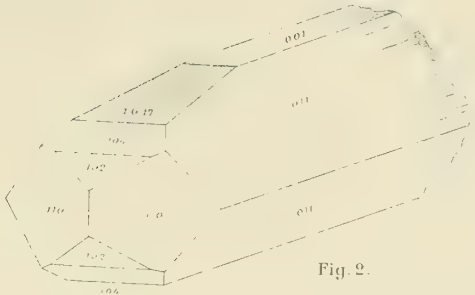
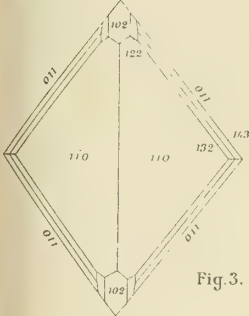
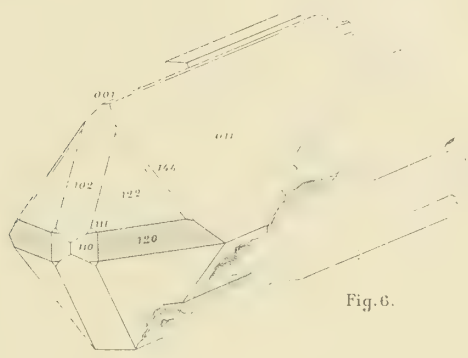
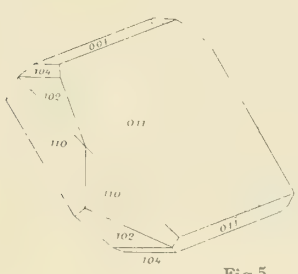
}1.0.17{ }328{.

in tutto 27 forme; numero invero ristretto, relativamente alla ricchezza del giacimento, ma che spero potrà essere aumentato col nuovo materiale che son dietro a raccogliere, essendo mio intendimento di contribuire con nuovi studi, alla conoscenza di tal prodotto minerale dell' Isola.

NB. — Nella proiezione stereografica (fig. 8) ho distinto le forme già note con cerchi pieni, quelle nuove per la regione con cerchî pieni più piccoli e quelle nuove pel minerale con cerchî vuoti.

Messina, novembre 1907.

E. Traina dis.

Lit. L. Salomone. Roma

Studio geologico
sul Montenegro sud-orientale e littoraneo.

Memoria di ALESSANDRO MARTELLI (¹)

(Con 2 tavole)

Le regioni prese più specialmente in esame in questo studio comprendono i così detti territorî dei Kuči e dei Vasojeviči, nella parte sud-orientale del Montenegro a confine con l'Alta Albania, e quelli meridionali, estesi fino alla Bojana, fra il lago e il vilayet di Scutari e la Dalmazia del Sud e l'Adriatico. Tali regioni montenegrine presentano nel loro complesso una serie estesissima di terreni diversi fra loro per età e costituzione, e mentre in esse sono bene sviluppate quelle formazioni calcaree mesozoiche del tipo dinarico, le quali costituiscono quasi per intero la vecchia Crnagora e il Montenegro settentrionale, si trovano pure rappresentati, in modo particolare se non del tutto esclusivo, il Paleozoico, i più bassi livelli del Trias ed il Terziario. Dalla varietà dei complessi litologici e dal predominio che essi assumono in talune località, dipendono inoltre quegli speciali caratteri morfologici che rendono l'orografia della zona sud-orientale e littoranea del Montenegro, notevolmente diversa dai rimanenti distretti montuosi carsici del paese.

Per dare maggior valore alle mie ricerche geologiche sul versante albanese, non ho limitato le escursioni al confine arnauto-montenegrino dei Trijepši e alla zona neutra, ma ho percorso parzialmente anche la valle del Cem in territorio albanese, attraversando la tribù di Gruda e compiendo poche e rapide escursioni nella parte più settentrionale e meno frequentata dell'inospite tribù dei Klementi.

Dal copioso materiale raccolto e dalle osservazioni fatte sul posto, traggo la speranza che il presente modesto lavoro, frutto delle mie ricerche geologiche al di là dell'Adriatico durante l'estate degli anni 1902 e 1903 e — per cause indipendenti da me — pubblicato con imprevisto ritardo, possa contribuire ad accrescere ancora la conoscenza sulla geologia del Montenegro.

Riconosco per altro che costretto — come mi sono trovato — a percorrere, con escursioni continue e faticose, estensioni ragguardevoli di territorio, non sempre sono

(¹) Premiata al concorso al premio Reale per la *Mineralogia* e *Geologia* del 1904.

riuscito a coordinare tutte le mie osservazioni e a soffermarmi su non pochi particolari atti ad evitare che le notizie geologiche rimanessero fra di loro troppo slegate nell'esposizione; ma ritengo altresì che a tale inconveniente con minor facilità si vada incontro allorchè il territorio che si prende a studiare sia ben definito e non molto esteso. Del resto è pienamente nel vero Hassert — uno dei più appassionati studiosi di questo paese — quando afferma che la geologia del Montenegro è molto difficile e darà ancora molte dure noci da schiacciare, e che per essa bisogna contentarsi di risultati meno sicuri di quelli che si potrebbero ottenere in altri territorî, con lo stesso impiego di tempo e di lavoro. Ma per quanto è ingrato lo studio geologico del Montenegro orientale, altrettanto soddisfa quello del Montenegro littoraneo, dove in breve spazio si ha copia svariata di fenomeni tectonici e di formazioni diverse e, ciò che più vale, quasi sempre fossilifere.

Premettendo una descrizione topografica della regione studiata, avrei potuto illustrare le varie località che man mano verranno da me menzionate, ma i lavori geografici di Hassert ([1]) e quelli descrittivi, per citare solo i migliori e più completi, di Antonio Baldacci ([2]), hanno ormai esaurito l'argomento, tanto che il piccolo ma glorioso Stato balcanico può dirsi al presente conosciuto in ogni sua parte. Inoltre, le stesse carte topografiche, in scala del 75000, rilevate dall'Istituto geografico militare di Vienna, sono, per quanto imperfette, più che sufficienti per offrire un'idea abbastanza esatta della topografia montenegrina, e di esse mi sono valso appunto per i miei rilievi geologici, riportati poi sulla carta pure austriaca del 1:200000.

([1]) Hassert, K., (Confr. principalmente) *Montenegro auf Grund eigener Reisen und Beobachtungen.* Verhandl. der Gesellsch. für Erdk. zu Berlin, Heft 2, 1894. — *Die Landschaftsformen von Montenegro.* Geogr. Mittheilungen 1894. — *Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro.* Petermann's Mittheilungen, Heft 115, Gotha 1895. — *Meine Reise in Montenegro im Sommer* 1900. Mittheil. der k. k. geogr. Gesell. Wien 1901.

([2]) Baldacci A., *Nel Motenegro sud-orientale.* Boll. della Soc. Geogr. It. fasc. II-III, anno 1902. — *Nel paese del Cem.* Boll. Soc. Geogr. It. fasc. VI, VIII, X, XI, anno 1903 e fasc. II, III, IV, anno 1904.

PARTE PRIMA.

Montenegro sud-orientale.

Cenni morfologici.

È opportuno ricordare che, a parte la regione littoranea fra il lago di Scutari e l'Adriatico, in conformità della plastica superficiale del Montenegro si distingue

Fig. 1. — Paesaggio della zona calcarea.
Kariman e Veli Vrh nei Kuči (Trias della regione dello Žiovo).

nel principato una zona carsica che comprende la vera Crnagora, ossia tutta la regione occidentale delimitata dalla Gola della Duga e conseguente valle della Zeta, e, verso l'interno, una contigua zona ad altipiano, nella quale ad una parte tipicamente carsica ne succede un'altra prevalentemente scistosa, sormontata ancora da alture calcaree mesozoiche. Forse è troppo grande l'importanza fisica che si è data per solito alla valle della Zeta, la quale, se divide nettamente la parte occidentale o Crnagora dalla orientale o Brda, non segna certo una linea di separazione nella fisiografia del Montenegro. Infatti è solo nella parte più orientale dei Kuči e nei Vasojeviči e non sulle sponde della Zeta che si trova il limite fra gli squallidi deserti di roccia (fig. 1) ed i graziosi paesaggi della zona degli scisti, dove i fiumi, le

foreste e le praterie si sviluppano straordinariamente in contrapposto alla desolazione dell'arido altipiano (fig. 2). Hassert nel dividere il Montenegro sotto il punto di vista fisico si è basato sulle tre forme principali del paese: Carso, zona scistosa, pianura e margini costieri.

Prendendo ad esaminare per primo quel territorio che comprende il paese dei Kuči, ricorderò che esso dalla pianura di Podgorica si estende verso oriente fino alla base del Kom, e dalla Morača e dalla linea sul parallelo 43° 40′ N — riunente la Morača stessa col punto in cui la Veruša e l' Opašanica dànno insieme origine alla

Fig. 2. — Paesaggio della zona scistosa.
Valle della Gradišnica nei Vasojeviči (Paleozoico).

Tara — si prolunga a Sud arrestandosi a picco per centinaia di metri con l' imponente cañon della Cijevna, localmente più nota col nome albanese di Cem. Il quadrilatero così definito rimane perciò compreso per oltre tre quarti nella massa calcarea più aspra e accidentata del Principato, assumendovi l'aspetto di un altipiano irregolare e prevalentemente carsico. Esso si mostra quindi estremamente accidentato da alture calcaree, rocciose ed aride, su cui gli agenti meteorici hanno in modo attivo e bizzarro esplicato la potente loro azione demolitrice; inciso da forre con pareti quasi inaccessibili e da vallecole d'erosione; e intramezzato da numerose doline, *polje* ed *uvalla*. Sono appunto questi bacini più o meno ampî e dal fondo ricoperto dai depositi di dilavamento e di *terra rossa* che vi si raccolgono, quelli che, essendo suscettibili di coltivazione, si presentano fra i deserti dell' inospite roccia come oasi ristoratrici (fig. 3).

Un cambiamento repentino nella fisiografia del paese si osserva a confine con i Vasojeviči, oltre le alture che delimitano ad oriente i carsici territorî della Kostica e dei Bratonožići. Di là una considerevole successione di terreni arenacei e scistosi riferibili in parte minore all'Eocene superiore e in massima parte ai livelli inferiori del Trias e al Paleozoico, rimane, sino ai confini con l'Alta Albania e il Sangiaccato di Novipazar, interrotta di frequente da considerevoli distese di formazioni calcaree mesozoiche. Dal punto di vista del paesaggio, i rilievi dei territorî scistosi montenegrini si distinguono per forme montuose arrotondate e per dorsi a larga volta,

Fig. 3. — Paesaggio della zona carsica (Creta) con ampi polje, fra Ubli e Orahovo.

poichè i dirupi e le gole anguste subentrano soltanto là, dove — come lungo la Zloriječica — i calcari mostrano un grande sviluppo fino a costituire il fondo della valle.

Il Kom con le due sue cime (Kom Kuči 2439 e Kom Vasojeviči 2460) rappresenta la maggiore eminenza della parte orientale del Principato e dopo il Durmitor, che trovasi alquanto più a nord, tiene il primo rango nelle elevazioni montenegrine.

Dalla pianura di Podgorica al Kom, il margine settentrionale dell'Alpe Albanese, separato per opera del Cem dalla massa grandiosa delle Prokletje, può morfologicamente considerarsi come un altipiano sormontato da rilievi, i cui strati hanno direzione prevalentemente parallela alla linea di sollevamento delle Alpi Dinariche. L'ossatura principale viene nei Kuči costituita dai terreni abbastanza uniformi del Trias, i quali, nei dintorni dello Žiovo (m. 2133), affiorano nel mezzo in un grande ellissoide calcareo-dolomitico, avvolto poi da terreni secondarî più recenti, rialzati e compressi in pieghe per lo più strette e non di rado complicate e difficili a determi-

nare in conseguenza della grande omogeneità litologica presentata dai calcari di quelle località. In relazione con quello dello Žiovo, il Trias, ricoperto da assise considerevoli di calcare cretacico impigliante talora lembi di *flysch*, ricomparisce, con una piega parzialmente rovesciata verso la pianura, a costituire la pendice superiore dei rilievi che dominano, al di sopra di Fundina, la valle inferiore della Morača. Quindi, dato il parziale rovesciamento della piega triasica messa allo scoperto da un'attiva denudazione lungo i fianchi diruti dei monti di Fundina, si comprende in qual modo il paese dei Kuči, iniziandosi ad occidente con alture ripide e denudate, assuma subito, al di sopra di Podgorica, l'aspetto morfologico di un altipiano. Del resto, tutto il territorio orientale del principato, non escluso quello che oltre il Kom si distende fino alle valli del Lim e della Tara, potrebbe, come pure osserva Hassert, meglio suddividersi secondo i numerosi solchi da cui viene attraversato piuttosto che secondo i locali sistemi montuosi che lo costituiscono, giacchè una forma positiva di catena è in esso altrettanto poco distinguibile quanto una direzione predominante di rilievi. Inoltre, in questo lembo sud-orientale del Montenegro manca d'ordinario la corrispondenza fra direzione degli strati, quasi sempre costante da NW a SE, e direzione dei rilievi, eccezione fatta per talune alture dei dintorni di Kolašin nella valle della Tara e per quelle comprese fra lo Žiovo e il Kurlaj. Nei Vasojevići specialmente, le piccole montagne che si elevano sul livello comune a tutto il paese (700-900 m.), o per meglio dire sulla base di quella specie di altipiano, debbono per lo più la loro origine alle profonde incisioni operate dai torrenti e dai fiumi, così che molto rare là ne risultano le valli non trasversali agli strati. E, tanto per portare un esempio, dirò che la serie quasi continua di alture a sud del Konjuhe, sul cui crinale passa un tratto di confine albanese-montenegrino, è parallela al Kom e alle sue propaggini orientali che la prospettano; ma tale coppia di rilievi costituiti da pieghe con direzione contraria all'accennato allineamento montuoso, anzichè a cause tectoniche comuni, deve la sua origine alla profonda erosione operata dai varî torrenti e dalla Peručica. In quel territorio infatti, mentre la stratificazione segue all'incirca l'ordinaria direzione NW-SE, l'allungamento delle serie di alture predette si verifica con poche varianti da occidente ad oriente. Ricordo pertanto, come venne in precedenza constatato da altri, che a differenza della regione littoranea dove le catene sono ben nette, non è facile di distinguere nei Kuči e nei Vasojevići una predominante direttiva nei rilievi, perchè questi paesi col volgere dei secoli hanno dovuto subire modificazioni di tale entità, da rendere quasi impossibile la ricostruzione ideale dell'orografia originaria.

Venendo a trattare delle varie formazioni geologiche del Montenegro, dovrò entrare spesso in dettagli topografici su molte delle località che verranno via via menzionate, e perciò in questi brevi accenni morfologici mi limito solo alle osservazioni d'indole generale.

Piccole forre e numerosi letti di torrenti solcano per ogni verso le località dei Vasojevići dove il terreno risulta esclusivamente di scisti e arenarie, mentre una costante idrografia, e quindi minor facilità di rapide modificazioni superficiali prodotte da scoscendimenti e frane, si riscontra là dove il regime d'alimentazione delle sorgenti è più regolato in conseguenza dell'alternanza di assise calcaree, atte a funzio-

nare da strati imbriferi, con le argille e le arenarie che favoriscono, per la loro impermeabilità relativa, lo smaltimento delle acque lungo determinate e difficilmente variabili direzioni.

Le forre imponenti che nel Montenegro orientale incidono profondamente l'altipiano, rappresentano uno dei più interessanti fenomeni naturali che colpiscono il visitatore. Si tratta di baratri che arrivano perfino a ottocento e più metri di profondità con pareti ripidissime e talvolta quasi perpendicolari, ed il cui fondo concede appena un angusto letto a quel torrente impetuoso e potente, che nel corso degli anni ha potuto svolgere un'opera di erosione così grande e meravigliosa. Per attraversarli occorrono lunghe ore di discesa e di salita per sentieri a zig-zag terribilmente fati-

Fig. 4. — Cañon del Cem.

cosi, mentre in linea d'aria intercede un tratto così corto che permette ai montanari ed ai pastori di comunicare ad alta voce da una parte all'altra (fig. 4).

Forre simili, per le quali non può dirsi del tutto impropria la denominazione di *cañon*, ormai entrata nella terminologia geografica, potrebbero valere assai bene come confini naturali; e veramente il Congresso di Berlino (1878), dopo le vittorie montenegrine contro la Turchia, non solo stabilì che il corso inferiore della profonda Tara segnasse il confine fra il Sangiaccato di Novipazar e il Montenegro settentrionale, ma prescelse pure il Cem in tutta la sua lunghezza come frontiera naturale fra i Montenegrini e gli Albanesi. Fu solo due anni più tardi che il Montenegro — dopo di avere, con non poca effusione di sangue, reclamato indarno il possesso e la soggezione delle alte terre di Gusinje e Plava — dovette, per l'intercessione delle potenze, annettere, in cambio dei territorî di Gusinje e Plava estesi sino al Cem, solo l'alta valle della Vermoša e le terre di Trijepši, e, poco dopo, Dulcigno in compenso della ribelle tribù di Gruda sulla destra del Cem fino alla pianura di Tuzi.

Non credo che il cañon del Cem debba la propria origine ad una grande faglia interessante questa pendice settentrionale delle Alpi albanesi — come qualche stu-

dioso di geo-morfologia balcanica ammetterebbe — giacchè non si constatano palesi dislivelli fra le corrispondenti formazioni delle pareti fra le quali più incassato si affonda il Cem, che scorrendo sempre, anche nella sua parte superiore presso Selce, in una forra trasversale, cambia sovente di direzione (fig. 5). Mi sembra piuttosto verosimile che le irregolari serie di fratture, le quali accompagnarono evidentemente la dislocazione delle potenti pile calcaree, abbiano con le loro intersezioni modificato talmente la superficie dell'altipiano da facilitare prima il corso e l'erosione delle acque, là dove il ripiegamento delle masse calcaree venne accompagnato da fratture più profonde — cañons del Cem e della Mala Rijeka — e poi da favorire, insieme con le condizioni stratigrafiche imposte dai più volte rinnovati moti di sollevamento,

Fig. 5. — Paesaggio della regione calcarea-mesozoica del Cem Selcit, lungo i fianchi nord-occidentali dell'Alpe Albanese.

l'attività meccanica e chimica delle acque di dilavamento e sotterranee nell'altipiano carsico dei Kuči e quindi la formazione degli ampî bacini di Orahovo, di Korita, Ubli ecc. dove il fratturamento fu superficiale.

Questa opinione, in quanto tiene conto anche dell'intervento delle azioni tectoniche per spiegare la genesi delle forre e dei più ampi bacini carsici di erosione, trova appoggio nelle considerazioni che il Grund (1) ha esposte a proposito dell'origine dei *polje* carsici contrariamente alle idee di Cvijić (2), pel quale anche la maggior parte di questi non costituirebbe che un ulteriore grado di sviluppo di quelle cavità di erosione, rappresentate nella forma più semplice dalle doline; ma d'altra parte non infirma affatto le conclusioni alle quali lo stesso Cvijić, d'accordo col Penck, è pervenuto sulle più comuni e caratteristiche modificazioni della morfologia

(1) Grund A., *Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien.* Geograph. Abhandl. herausgeg. von A. Penck. Bd. VII, H. 3, pag. 192 e seg. Wien 1903.

(2) Cvijić J., *Das Karstphänomen.* Geogr. Abhandl. herausgeg. von A. Penck. Bd. V, H. 3. Wien 1893. — *Morphologische und glaciale Studien aus Bosnien, der Hercegovina und Montenegro.* II. *Die Karstpolien.* Abhandl. der k. k. geogr. Gesellsch. Bd. II, Wien 1900.

carsica. Difatti, l'espressa mia opinione a proposito dell'altipiano carsico dei Kuči, non esclude che le cavità meno ampie ed estese dei terreni carsici possano originarsi anche senza l'intervento di fenomeni tectonici per l'azione meccanico-chimica delle acque superficiali, ed infine nemmeno contesta che — secondo Cvijić afferma — per ampliamento e assorbimento di più doline derivino le conche carsiche con voce slava dette *uvalla*, come per accrescimento di queste si raggiunga, nelle forme in parola, il grado di sviluppo rappresentato dai *polje* (¹).

Vedremo più avanti nel capitolo delle formazioni continentali, la parte che nello sviluppo delle grandiose forre del Montenegro, hanno avuto le peculiari condizioni climatiche all'inizio del Quaternario.

Al di là dal Cem si elevano le cime nevose delle Alpi Albanesi o Prokletje, che nel pomeriggio distendono le loro ombre sugli altipiani della vecchia Serbia. In contrapposto, oltre il cañon della Piva, i monti erzegovesi coronano a nord quei territorî montuosi del Montenegro orientale che si rannodano al Durmitor — il più alto monte dei iugoslavi — e, più a sud, al Kom. Dovendo trattare sotto il punto di vista geologico anche del sistema del Kom, è opportuno il ricordare che nelle linee generali di esso e nei paesaggi de' suoi dintorni si ritrovano tanti caratteri morfologici confrontabili con quelli delle Prealpi italiane, sebbene a tutto il sistema montuoso della penisola balcanica manchi lo sfondo dei ghiacciai alpini, poichè anche le più alte vette albanesi solo nei mesi invernali rimangono ammantate dalle nevi.

La montagna orientale che si eleva al di sopra dell'altipiano scistoso, con la dolcezza de' suoi profili, con l'abbondanza delle sue acque creatrici di una fitta rete di fiumi, ruscelli e valli, col verde delle sue praterie e col rigoglio delle sue foreste di faggi, querci ed abeti, rivela infine una costituzione geognostica molto diversa da quella uniformemente calcarea, dalla quale per quattro quinti risulta costituito il Principato.

Le svariate roccie del Montenegro sud-orientale sono disposte, come abbiamo accennato, in numerose pieghe ellissoidali più o meno lunghe e disgiunte da sinclinali più o meno amplie. In quantità rilevante sono pure le pieghe secondarie, specialmente nelle località costituite per intero da sedimenti scistosi arenacei.

Solamente la cresta della principale catena littoranea segna un ben netto displuvio fra la Dalmazia costiera e l'interno del Montenegro, dove però le acque della Zeta — dopo la loro riunione con quelle della Moračа e di altri affluenti — vanno a sboccare nel lago di Scutari e quindi nell'Adriatico. Lo spartiacque Adriatico-pontico è rappresentato invece da una linea sinuosa, che interseca in direzione meridiana la zona orientale del Montenegro e il paese dei Kuči lungo le alture calcaree a confine con le formazioni scistose, e che sta a provare il maggiore addensamento dei rilievi montuosi presso al margine della depressione adriatica, in contrapposto col paesaggio collinoso serbo-macedone, che delimita ad ovest il corrispondente tratto di bacino danubiano.

(¹) Sull'origine dei polje confr. (oltre i citati lavori di Cvijić e Grund): Penck A., *Geomorphologische Studien aus der Hercegovina*. Zeitschr. d. d. un. oest. Alp. Ver. 1900. — Martel E.A., *L'origine des Polje du Karst*. La Geographie, th. IV, 1901.

Il limite occidentale della regione dei Kuči e Vasojeviči viene segnato dalla pianura della Morača inferiore comprendente i dintorni di Podgorica, donde ordinariamente bisogna muoversi per incominciare verso oriente la salita dell'altipiano.

Considerazioni generali sulla zona carsica e sulla zona scistosa del Montenegro sud-orientale.

Tracciate per sommi capi le linee principali della morfologia del territorio dei Kuči e dei Vasojeviči, talune semplici considerazioni d'indole generale sulla zona prevalentemente carsica e su quella prevalentemente scistosa del Montenegro sud-orientale, valgono al tempo stesso come complemento ai dati ragguagli morfologici e come premessa alla parte sostanziale di questo studio geologico.

Nella zona carsica si presentano difficoltà non sempre superabili allo studio stratigrafico, così che, senza fortunati ritrovamenti di fossili, non si può tentare con profitto un'esatta suddivisione nell'uniforme massa calcarea dolomitica, appartenente al Trias superiore, al Giura e alla Creta. In breve, le formazioni calcaree mesozoiche del tipo dinarico predominano in modo assoluto nella costituzione del Montenegro e, con la loro monotona uniformità litologica, confermano ancora una volta l'ormai indiscutibile insufficienza del criterio petrografico per la distinzione cronologica dei terreni. Si è cercato, specialmente per parte del Tietze e del Hassert, di dare valore a caratteri tutt'altro che costanti, quali il colore della roccia nelle fratture fresche e la potenza maggiore o minore degli strati, per tentare una demarcazione fra i calcari dei varî sistemi; ma simili tentativi, invece di guidare a buoni risultati, hanno condotto a gravi errori. E così, tanto per portare un esempio di facile controllo, ricordo — solo per incidenza, giacchè si tratta di località non compresa nei limiti di questo studio — che il Tietze e gli altri che lo hanno seguìto segnano, nelle loro carte, Trias dal Lovćen a Cettigne e quindi Cretacico dopo il bacino di Cettigne, basandosi su criterî soggettivi inspirati appunto dalla potenza degli strati e dall'aspetto del calcare. Al contrario, anche dal bacino di Cettigne fino a Rijeka e più oltre ancora fino ad un terzo di strada per Podgorica, la massa rocciosa arida e nuda della Cernagora consta di dolomie e calcari con sezioni cordiformi di bivalvi triasici, e fra questa formazione e quella cretacica a rudiste, che in corrispondenza dell'altra sulla sinistra della Zeta si presenta sui margini orientali del bacino inferiore di detto fiume, si ha una serie di calcari, i quali — pure esteriormente grigio-scuri incrostati da licheni e in nulla differenziabili sia per struttura che per interna costituzione da quelli dei territorî circostanti — per difetto di sicuri dati paleontologici potrebbero, data la loro posizione, riferirsi indifferentemente al Trias superiore, al Giura od alla Creta.

Nei terreni mesozoici del Montenegro sud-orientale come negli analoghi di tutta la regione dinarica, si riproducono i caratteri e i fenomeni del tipico Carso con la stessa mancanza d'acqua e penuria di vegetazione, con le stesse accidentalità superfi-

ciali e con i soliti adunamenti di terra rossa nelle doline e nei *polje*. Lo stesso Hassert, date le strette corrispondenze fisiche di queste masse calcaree in continuazione di quelle dalmato-erzegovesi, tenderebbe perfino a raggruppare tutti i calcari delle formazioni secondarie montenegrine in un unico, comune complesso carsico.

I calcari si trovano spesso associati alle dolomie in tutto il Trias superiore del Montenegro, ma tale associazione è invece ben poco avvertibile nei terreni carsici del Giura e della Creta, nei quali i calcari appaiono ora subcristallini, subsaccaroidi e spatizzati, ora più o meno compatti e alternati talvolta con puddinghe calcaree e calcari brecciati, e solo di rado magnesiferi e marnosi.

Se alla comunanza dei caratteri litologici della zona carsica si aggiunge la poca frequenza di fossili veramente utilizzabili, essendo questi per lo più intimamente inclusi nella roccia e mal conservati, si comprende di leggieri quali ostacoli s'incontrino nello studio geologico di questo paese.

Nè più facile si presenta il còmpito di tentare lo smembramento delle potenti formazioni scistose, che in continuazione di quelle bosnesi si presentano tanto sviluppate nei territorî orientali di confine, e per le quali — salvo una minore estensione superficiale — non può nemmeno disconoscersi una stretta analogia anche con quelle, quasi certamente coeve, della Dalmazia meridionale e descritte dal Bukowski come comprendenti una successione ininterrotta dal Carbonifero al Trias medio. Per buona sorte, gli ausilî offerti dalle analogie delle *facies* petrografiche con quelle delle regioni limitrofe, non sono trascurabili nè piccoli, e a rafforzare tali analogie sta pure il fatto che da una stessa trasgressione eocenica superiore rimasero ricoperte, in talune località della Bosnia specialmente settentrionale, del Montenegro orientale e della Dalmazia meridionale, non solo le formazioni scistose triasiche, ma anche quelle più alte della serie calcarea facenti parte delle così dette zone carsiche.

All'osservazione di chi esamina la zona scistosa in discorso, risalta la differenza tra le formazioni a ponente del Kurlaj e quelle ad oriente.

Le prime si presentano, per la massima parte e alla sommità della serie, costituite di scisti arenacei e di calcescisti spesso a *Chondrites* e con impronte e vermicolazioni indeterminabili. Nella vallecola di Mokro e in generale dai rilievi del Maglić-Crna Planina fino all'inizio della Tara, si trovano scisti a sormontare banchi calcarei con resti di fossili cretacei, come rudiste, e di gasteropodi delle stesse forme di quelle che, nel versante della Morača, l'altipiano carsico mostra in gran copia. Si tratta di un complesso scistoso arenaceo con intercalazioni di calcari e argilloscisti e con conglomerati ad elementi minuti; e mentre nella regione della Veruša, del Maglić e della Crna Planina esso si sovrappone a calcari mesozoici superiori, verso il Kurlaj finisce col distendersi pure su quegli scisti litologicamente poco dissimili ma di rilevante potenza, i quali, per continuare ininterrottamente fino a ritrovarsi in concordanza sotto alle formazioni triasiche superiori delle più sporgenti alture calcaree dei Kuči e sopra agli scisti del livello di Werfen, rappresentano, come nella Dalmazia meridionale, una *facies* di Trias medio in parte sincronizzabile con i più bassi calcari della Planinica e del Kom. Oltre questo rilievo e nelle profonde incisioni dell'altipiano, gli scisti paleozoici si manifestano con caratteri spiccati e tali da non dar luogo a confusione con quelli meno antichi del Kurlaj, giacchè dagli scisti di Werfen, di cui

parleremo più avanti, si passa a terreni simili a quelli che in Bosnia e in Dalmazia hanno presentato fossili carboniferi, e consistenti in un insieme di scisti e arenarie brune con intercalazioni frequenti di roccie silicee e, più di rado, di potenti banchi calcarei.

Possiamo quindi fin d'ora stabilire gli stretti legami genetici della zona scistosa montenegrina con le zone analoghe della Bosnia e della Dalmazia meridionale, nelle quali, per merito precipuo del Katzer e del Bukowski, vennero non solo distinti terreni appartenenti al paleozoico, al livello di Werfen e alla *facies* scistosa del Trias medio, ma anche a formazioni di *flysch* molto meno antiche e di età non sempre determinata con sicurezza. Meno sicure — salvo che per le regioni adiacenti al Montenegro — sono le corrispondenze con i terreni dell'Albania settentrionale.

Intrattenendomi sulle singole formazioni, procurerò di suffragare con i dati raccolti in ricerche dirette sul terreno, i limiti entro i quali rimangono circoscritte nelle qui annesse carte le formazioni paleozoiche, quelle triasiche inferiori e medie, oltre che quelle riferibili al *flysch*, e i criterî che mi hanno guidato nella suddivisione geologica della zona prevalentemente scistosa del versante pontico montenegrino.

Notizie bibliografiche.

Sulla geologia montenegrina pregevoli pubblicazioni si sono date alla luce per opera principalmente di Boué (1), Tietze (2), Baldacci (3), Hassert (4) e Vinassa de Regny (5). Il riepilogare brevemente ciò che sul Montenegro da me studiato si conosce sotto il punto di vista geologico, riesce interessante per gli studiosi della nostra scienza, e per me in particolare rappresenta non solo un'utilità, ma costituisce anche un dovere di gratitudine verso coloro che con precedenti pubblicazioni hanno facilitato il compimento del presente studio.

Riassumo quindi le principali notizie geologiche sui territorî sud-orientali del Montenegro, cominciando dalle più antiche.

Il Boué tratta incidentalmente dei terreni del Montenegro insistendo sul grande e quasi esclusivo sviluppo che in esso presenterebbero, secondo detto autore, le for-

(1) Boué A., *Esquisse géologique de la Turquie d'Europe.* Paris 1840.

(2) Tietze E., *Geologische Uebersicht von Montenegro.* Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt. Wien 1884.

(3) Baldacci L., *Escursione geologico-mineraria nel Montenegro* (Nota preventiva della Relazione inedita a S. A. il Principe del Montenegro). Boll. R. Comit. geol. ital., vol. XVII. Roma 1886.

(4) Hassert K., *Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro* (II. *Geologische Uebersicht von M.*); Petermann's Mittheilungen, Ergänzungs, Heft 115, Gotha 1895.

(5) Vinassa de Regny P. E., *Appunti di geologia montenegrina.* Boll. Soc. geolog. ital., vol. XX, fasc. 4, Roma 1901. — *Osservazioni geologiche sul Montenegro orientale e meridionale.* Boll. Soc. geol. ital., vol. XXI, Roma 1902. — *Die Geologie Montenegros und des Albanesischen Grenzgebietes,* mit einer Kartenbeilage. Comptes rendus IX Congrès géol. internat. de Vienne 1903.

mazioni cretaciche e nummulitiche. Indica una *facies* scistosa arenacea del Cretacico nel Sangiaccato di Novipazar in continuazione di quella del Montenegro orientale, e pel rimanente accenna solo di volo alla costituzione calcarea, rocciosa e nuda del carso montenegrino, riferendo la leggenda locale che afferma come « les sacs du bon Dieu se sont déchirés lorsqu'il a semé les pierres sur la terre montenegrine ». Notizie meno generali sono riportate dal Boué sulla fede del suo compagno di viaggio M. G. Kovalevsky, secondo il quale il Montenegro orientale sarebbe costituito quasi solamente da formazioni calcaree e scistose della Creta. Come cretacei sono così citati erroneamente tanto i calcari dei picchi rocciosi del Kom, quanto i sottostanti scisti lucenti quarzosi e micacei, estesi anche nella regione limitrofa dalla Veruša ai Vasojeviči.

Il Tietze non ha visitato la regione di confine albanese, ma dà dei ragguagli geologici sulla parte settentrionale del paese dei Kuči, nei capitoli relativi alla Morača inferiore, alla Morača media e al territorio della Tara superiore; assegna in essi alla Creta i terreni carsici dei Bratonožiči e del bacino della Mala Rijeka, propende a ritenere cretacica la *facies* di *flysch* risultante di un complesso di scisti e di arenarie che si trova qua e là tanto presso Listac nei Piperi quanto presso Zlatica sulla sinistra della Morača inferiore, e riferisce al Trias i calcari e dolomie a confine con la grande zona scistosa da lui attribuita, in base ad analogie litologiche, per la parte minore agli strati di Werfen, e per la massima al Paleozoico. Come residui di copertura triasica sopra gli scisti più antichi, considera le formazioni calcaree qua e là dominanti sulle cime di molte alture del paesaggio scistoso. Per ora mi limito alla citazione di queste poche ma importanti notizie d'indole generale e radicalmente diverse da quelle pubblicate dal Boué, giacchè, man mano che l'occasione si presenterà, saranno in seguito citate le speciali opinioni tanto del Tietze quanto degli altri autori, a proposito dei singoli argomenti dei quali verremo trattando.

Gli studiosi che hanno letto la relazione geologica e mineraria sul Montenegro a S. A. R. il principe Nicola, compilata dal Baldacci, e della quale venne pubblicata solo una breve nota, asseriscono che detto geologo, nella regione prossima al confine albanese, cita presso Medun delle arenarie, delle argille e dei calcari che egli ritiene eocenici; e che a proposito delle località ad occidente e ad oriente del Kom, le quali rientrano nella regione che mi sono proposto di illustrare, condivide in massima parte le cose già dette dal Tietze, accennando inoltre alla presenza di *ellipsactiniae* titoniane al Vjeternik.

Hassert, uno dei migliori conoscitori del Montenegro, nel suo *Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro* (loc. cit.) ricco di considerazioni morfologiche ed oro-idrografiche, dedica pure un capitolo alle osservazioni geologiche, corredandolo con una carta geologica, che per talune località può considerarsi come un miglioramento di quella del Tietze. Hassert in sostanza non aggiunge molte cose di nuovo a quanto ha scritto il Tietze, ma completa la descrizione geognostica e morfologica della zona orientale del Principato, aggiungendo nuove indicazioni sui dintorni del lago di Rikavac, a proposito della posizione ed estensione degli strati di Werfen, e sulla distribuzione delle masse eruttive fra il Lim e la Tara.

Del tutto originali ed importanti sono le sue ricerche, in continuazione di quelle di Cvijić, sul glaciale del Montenegro e le citazioni di numerose traccie glaciali pub-

blicate di recente (¹), poichè le ricerche e gli studî morfologici e glaciali del Cvijić per ciò che riguarda il Montenegro, si limitano alla regione del Durmitor (²) e non comprendono alcuna parte del paese dei Kuči e dei Vasojevići.

Passo ora alle pubblicazioni geologiche sul Montenegro di Vinassa de Regny, il quale ha il merito principale di aver basate molte delle proprie asserzioni relative all'età dei terreni montenegrini, sul rinvenimento dei fossili. Sceverando da ciò che egli tratta in separati capitoli, secondo le varie località percorse, le cose già note, riepilogo qui le osservazioni originali e più interessanti del geologo italiano, riservandomi, al solito, di riportarne le particolari opinioni ogni qual volta se ne presenterà l'occasione.

Nella Kakarička Gora ritenuta per intero cretacica dagli autori, Vinassa ha riconosciuto anche il Trias sotto forma di Dolomia con *Gyroporella*. Dal Helm in avanti fino a Rikavac riferisce al Cretacico i calcari di tutta quanta la regione di confine, dove le ippuriti e altri fossili della Creta si trovano abbondantissimi. Assegna il *flysch* di Medun e Premići, seguendo le idee del Tietze e del Hassert, pure al Cretacico insieme con quello di Greča, nel cui calcare a rudiste riconosce il Turoniano; e pure prevalentemente cretacica ritiene la Kostica, la quale per altro è, come vedremo, costituita invece da calcari triasici. In seguito al ritrovamento di calcare ippuritico sulla vetta del Čebeza, trova che il Cretacico deve spingersi a nord più che non risulti dalle carte del Tietze e del Hassert. Viene quindi a parlare più estesamente dei terreni scistosi, che egli ritiene in prevalenza permo-carboniferi in base a criterî litologici e avvalorati, secondo l'autore, dalle analogie con la serie presentata dai monti toscani permo-triasici. Conferma infine la presenza del Giura nell'anticlinale del Vjeternik e l'appartenenza al Cretacico del territorio dei Bratonožići.

Anche Vinassa, al pari del Tietze, descrivendo le località visitate a seconda degli itinerarî seguìti nel cammino, ha modo di compiere nuove osservazioni sulla distribuzione e varietà delle differenti forme litologiche, specialmente nella Valle del Lim e fra i dintorni di Andrijevica e quelli di Kolašin; ma per quanto si riferisce all'età dei terreni in questo lembo orientale del Montenegro compreso fra il Lim, la Tara, lo spartiacque pontico-adriatico e il Sangiaccato di Novipazar, non sembra apportare sostanziali modificazioni alla carta del Tietze e a quella del Hassert.

Relativamente alla stratigrafia ammette una sinclinale a Peljev Brijeg con varie piegature secondarie; un'anticlinale al Vjeternik e una sinclinale fra la Kakarička Gora e il Kaženik, alla quale seguirebbe un'altra grande anticlinale dal Kaženik alla Kostica fino a Rikavac. Gli scisti triasici e paleozoici costituirebbero una grande anticlinale.

La parte della carta geologica del Vinassa relativa a questi terreni più antichi del Principato, per quanto concerne la distribuzione dei calcari e degli scisti è assai

(¹) Hassert K., *Meine Reise in Montenegro im Sommer 1900.* Mitheil. der k. k. geogr. Gesellschaft, Wien 1901. — *Gletscherspuren in Montenegro.* Verh. des XIII deutschen Geographentages zu Breslau (Reimer), Berlin 1901.

(²) Cvijić J., *Morphologische und glaciale Studien aus Bosnien, der Hercegovina und Montenegro.* Abhandl. der k. k. geogr. Gesell. II, Wien 1900.

accurata; ma se gli autori si trovano abbastanza concordi sulla distribuzione dei sedimenti, non appaiono altrettanto concordi circa l'età delle varie roccie.

Traccie glaciali sull'altipiano orientale del Montenegro vennero pure osservate dal Vinassa e fatte note a parte (1).

In complesso il lavoro del Vinassa de Regny compendia quanto di meglio si conosce per merito proprio e dei precedenti geologi sul Montenegro da lui visitato, e anche per la regione da me studiata dà delle notizie geologiche originali e di molto interesse.

La regione in maggioranza arenacea e scistosa dei Vasojeviči, venne da me visitata percorrendo in gran parte e sollecitamente le vie già battute dal Tietze, Baldacci, Hassert e Vinassa; e siccome le opinioni dei predetti geologi sono, a proposito di quei terreni, abbastanza concordi, ben poco di nuovo potremo aggiungere per parte nostra a quanto già si conosceva su quel territorio, tanto più che senza divergenze ogni autore, pur apportando contributi nuovi alla geologia del Montenegro sud-orientale, ha saputo bene compendiare quanto di meglio era stato già fatto dai propri predecessori.

Cito solo per coloro cui premessero notizie sui terreni adiacenti e in diretta continuazione con quelli illustrati nella prima parte di questo studio, le principali pubblicazioni geologiche del Bittner (2) e del Katzer (3) sulla Bosnia e Erzegovina, quella del Cvijić (4) sulla Vecchia Serbia, quelle del Nopcsa (5) e del Vetters (6) sull'Albania settentrionale.

A complemento di questa breve rassegna ricordo pure una mia nota d'indole geologica (7), con la quale si dimostra l'appartenenza all'Eocene superiore non solo di quelle formazioni scistose impigliate fra le pieghe secondarie nell'altipiano carsico dei Kuči, ma in parte anche di quelle che si estendono al di là delle alture triasiche della Kostica.

Passo ora ai contributi più speciali apportati alla conoscienza paleontologica e della petrografica della regione in discorso.

I calcari ad idrozoi raccolti dal Baldacci, sono stati in parte illustrati dal Canavari (8), che ha riferito al Titonico le ellipsactinidi dei calcari del Durmitor (non

(1) Vinassa de Regny P., *Traccie glaciali nel Montenegro.* Rend. R. Acc. dei Lincei, vol. X, sem. 2°, fasc. 11, Roma 1901.

(2) Bittner A., *Die Herzegowina und das südöstlichste Bosnien.* Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien 1880. — *Einsendungen aus dem südöstlichen Bosnien.* Verhandlungen der k. k. geol. R. A., Wien 1890.

(3) Katzer F., *Ueber den heutigen Stand der geologischen Kenntnis Bosniens und der Herzegowina* Compte rendu IX Congr. géolog. internat., Vienne 1903. — *Geologischer Führer durch Bosnien und die Herzegowina,* Sarajewo 1903.

(4) Cvijić J., *Geologische Karte von Makedonien und Altserbien,* Belgrad 1903.

(5) Nopcsa v. F., *Zur Geologie von Nordalbanien.* Jahrb. der k. k. geol. R. A., Wien 1905.

(6) Vetters H., *Geologie des nördlichen Albaniens.* Denkschriften der mathem. naturwissenschaftlichen Klasse der k. Akademie der Wissenschhaften. Bd. LXXX, Wien 1906.

(7) Martelli A., *Il flysch del Montenegro sud-orientale.* Rendiconti della R. Accad. dei Lincei, vol. XII, sem. 2°, ser. 5a, fasc. 4° e 6°, Roma 1903.

(8) Canavari M., *Idrozoi titoniani della regione mediterranea appartenenti alla famiglia delle Ellipsactinidi.* Mem. del Comitato Geol. d'Italia, vol. IV, Roma 1893.

compreso nel presente studio) e del Vjeternik. Talune impronte degli scisti e arenarie della Valle della Tara sono state studiate dal Vinassa [1]; e sui fossili triasici superiori da me riportati dai monti calcareo-dolomitici dei Kuči, Del Campana [2] ha pubblicato una nota. Recente è pure l'illustrazione di una piccola fauna cefalopodica del Muschelkalk da me trovata nella Kostica [3].

Sulle roccie eruttive raccolte dal Tietze fece uno studio petrografico il Foullon [4], il quale pel territorio orientale del Principato fa le seguenti citazioni: *Diabasporphyrit*, presso Andrijevica — *Quarzdiabasporphyrit*, fra Kolašin e la Stitarica — *Quarzdioritporphyrit*, pure lungo la via tra Kolašin e la Stitarica.

Su quelle raccolte dal Vinassa venne fatto di recente un esame chimico-microscopico dal Manasse [5] che ha determinato la roccia eruttiva dei dintorni di Kolašin come porfirite dioritica quarzifera. Le roccie eruttive del Suhi Vrk vennero esaminate dall'Ugolini [6], che le riconobbe identiche a quelle dioritiche quarzifere studiate dal Manasse.

Formazioni paleozoiche.

I terreni che costituiscono la base della ricca serie geologica montenegrina sono a giorno e si mostrano in tutta la loro potenza nel territorio dei Vasojeviči, nel versante pontico, dove li ho seguiti dai dintorni della Planinica e del Kom, nel bacino della Peručica, della Zloriječica e del Lim, fino quasi al versante orientale del bacino della Tara nei dintorni di Kolašin.

Per la mancanza di fossili caratteristici riesce impossibile una suddivisione nel complesso di detti terreni, e per deciderne l'età, il Tietze pel primo, che seguìto poi dagli altri autori ha dato ad essi una estensione superiore alla reale, ha dovuto basarsi sui caratteri litologici e sui confronti con le località dei paesi vicini meglio conosciuti. Effettivamente, il Paleozoico montenegrino è in continuazione di quello che nel Sangiaccato di Novipazar, in Bosnia e in Serbia trovasi nella parte più bassa della serie sedimentaria in relazione con scisti metamorfici di aspetto più o meno cristallino; e malgrado un vivace scambio di forme rocciose, la successione degli

(1) Vinassa de Regny P. E., *Fossili e impronte del Montenegro.* Boll. Soc. geolog. Ital. vol. XXIII, fasc. 2°. Roma 1904.

(2) Del Campana D., *Contributo allo studio del Trias superiore del Montenegro.* Rend. della R. Accad. dei Lincei, vol. XIII, sem. 2°, ser. 5ª, fasc. 11. Roma 1904.

(3) Martelli A., *Nuovi studî sul Mesozoico montenegrino.* Rendic. della R. Accad. dei Lincei, vol. XV, sem. 1°, ser. 5ª, fasc. 3°, Roma 1906. — *Contributo al Muschelkalk superiore del Montenegro.* Palaeontographia italica, vol. XII, Pisa 1907.

(4) Foullon H., *Ueber die Eruptivgesteine Montenegro's.* Jahrb. der k. k. geolog. R. A. Bd. XXXIV, Wien 1884.

(5) Manasse E., *Porfiriti dioritiche e andesiti del Montenegro.* Proc. verb. della Soc. toscana di Scienze Naturali. Ad. 5 luglio 1903. Pisa.

(6) Ugolini R., *Roccie dioritiche di Suhi Vrk nel Montenegro.* Boll. della Soc. Geolog. Ital., vol. XXV, fasc. III. Roma 1906.

strati più antichi del Montenegro non si scosta da quella neopaleozoica fossilifera della Bosnia e della Dalmazia meridionale.

Il Tietze ha ritenuto inoltre che i membri più antichi della serie siano rappresentati dagli scisti scuri fortemente micacei e dalle arenarie che li accompagnano, delle pendici inferiori della valle del Lim, della Zloriječica e dei dintorni del Kom. Di più, avendo ritrovato in essi conglomerati selciosi e a grossi frammenti di quarzo, ha specialmente rimarcato le analogie fra questi terreni e quelli carboniferi dei dintorni di Nowa Kassaba, Lubowja e Srebrenica nella Bosnia orientale già da lui illustrati ([1]).

Secondo il Baldacci, nei membri più profondi del complesso scistoso dei dintorni del Kom si troverebbero analogie con i terreni siluriani della Sardegna, ma questa opinione non è accettata dagli altri nè suffragata da dati paleontologici.

In generale, anche Hassert, al pari del Tietze, propende a riferire al Carbonifero i terreni scistosi del Montenegro orientale insistendo pure sulle corrispondenze che si riscontrano con le citate località di Bosnia, ma anche con gli argilloscisti neri lucenti sicuramente carboniferi di Tergove in Croazia; in questo complesso ritrova altresì la continuazione di quello bosnese di Fojonica e Kreševo, tipicamente sviluppato nella Cehotina e lungo la valle e i territorî del corso medio del Lim.

Vinassa de Regny propende ad assegnare un'età permo-carbonifera alle formazioni più antiche del Montenegro, per le grandi assomiglianze con la serie litologica del Monte Pisano. Nelle quarziti, nelle anageniti e nei conglomerati tipo verrucano, ravvisa forme peculiari del Paleozoico superiore e forse anche del Trias inferiore. Volendo brevemente illustrare la estesa formazione riconosciuta dagli autori come la più antica del Montenegro, occorre premettere che la roccia in essa predominante è data da argilloscisti e arenarie micacee, di colore variabile ma d'ordinario di tinta bruna, plumbea e talvolta perfino nerastra. Anche le arenarie mostrano una spiccata tendenza alla scistosità, e come gli argilloscisti sono più o meno compatte e più o meno ricche di mica. Associato al complesso scistoso che viene attraversato talvolta da roccie eruttive diabasiche e dioritiche posteriori ad esso, e che in talune località — come per esempio nell'angusto bacino della Gradišnica — è così potente da estendersi con forti disturbi stratigrafici dal fondo della valle fino alla cima delle alture, si trovano conglomerati quarzosi e breccie silicee, anageniti e quarziti varicolori, e più di rado potenti intercalazioni di calcari sviluppati fra gli scisti a guisa di scogliere.

In modo particolare, gli elementi dei conglomerati predetti subiscono tali varianti nelle loro dimensioni, che la roccia risultante si presenta in tutte quelle gradazioni intermedie fra le arenarie quarzifere e le quarziti vere e proprie.

A giudicare dai materiali trasportati dai torrenti e fiumi, la diffusione delle differenti roccie associate agli scisti sembra in questa zona maggiore di quanto non sia lecito arguire dai pochi luoghi nei quali si sono, per esempio, ritrovati in posto i piccoli banchi di anagenite tipica e di quarzite. E giacchè sono a parlare dei materiali costituenti queste più profonde formazioni, merita di aggiungere qualche no-

([1]) Tietze E., *Das östliche Bosnien.* Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, Bd. XXX, pp. 333-338, Wien 1880.

tizia petrografica sulle belle anageniti dei Vasojeviči, data l'importanza che ad esse giustamente si attribuisce per le condizioni fisiche che ne hanno determinato la genesi e per i minerali che dette roccie compongono.

Le anageniti montenegrine sono variamente colorate in grigio, in rosso, in verde chiaro e in violetto; sono in generale molto alterate, e, sebbene nelle forme ad elementi più minuti mostrino una decisa tendenza alla scistosità, pure sotto i colpi del martello si rompono secondo quei piani di orientazione indeterminata, lungo i quali la compattezza è resa minore da druse limonitiche o da ammassi di prodotti di alterazione. Variabili pure sono in esse le dimensioni dei frammenti allotigeni del feldispato e particolarmente del quarzo, che è in prevalenza sugli altri minerali e che da un minimo quasi impercettibile ad occhio nudo può giungere a misurare perfino, ma di rado, dei massimi diametri di 4-6 centimetri in quei frammenti angolosi e senza più alcun accenno alla forma originaria dei proprî cristalli. D'ordinario però il quarzo, bene spesso colorato in rosso da pigmenti ematitici, si presenta in grani rotondeggianti. Parimente fra di loro costipati e con poca sostanza cementizia interposta, si hanno granuli irregolari di feldispato ortose, che spesso sembrano ammassarsi in piccoli gruppi isolati e che quasi sempre vengono alterati da prodotti secondarî caolinici e micacei. Solamente ricorrendo all'esame microscopico delle sezioni sottili si possono riconoscere in più campioni altri minerali allotigeni in rari frammenti di mica, di plagioclasio e di pirosseno.

I materiali che costituiscono il cemento risultano soprattutto di quarzo, mica e talco. Del resto anche macroscopicamente la mica può riconoscersi, nei diversi campioni da me raccolti, per il suo splendore, e il talco per i suoi frequenti ammassi untuosi, lucenti, verde-chiaro, facilmente scalfibili.

Altre anageniti a grana più minuta e a cemento prevalentemente talcoso, per la loro tendenza manifesta alla scistosità, potrebbero determinarsi come scisti anagenitici e segnare nelle formazioni della Murinska Rijeka, dove sono molto sviluppate, il passaggio ai talcoscisti e a quelle filladi liscie al tatto, senza traccie macroscopiche di granulosità e con assoluta preponderanza del cemento talcoso, siliceo, limonitico, sugli scarsi e piccolissimi minerali allotigeni.

Per la ripetizione a differenti livelli di una stessa forma litologica, riuscirebbe oltremodo arduo e complicato un riordinamento delle svariatissime roccie della zona paleozoica; tutt'al più se ne potrebbe per sommi capi ricostruire dal basso all'alto la successione secondo il predominio che i diversi gruppi petrografici assumono in questa rilevante serie di strati. Così potrebbe dirsi che nella parte più bassa sono prevalenti gli scisti micacei, le filliti e le arenarie micacee e ad elementi variabili con intercalazioni di quarziti, e che tra gli scisti argillosi plumbei e le arenarie quarzitiche si sviluppano in talune località — come nella Kučka Rijeka e nella Zloriječica — potenti masse calcaree giallo-scure ferrugginose, con grosse druse di calcite; mentre verso l'alto vanno succedendosi ancora arenarie scure micacee, scisti argillosi grigi, anageniti e quarziti varicolori, e finalmente scisti arenacei talcosi e micacei grigio-scuri ferrugginosi ad elementi finissimi, arenarie pure micacee intensamente colorate da idrossidi di ferro, puddinghe silicee e argilloscisti neri lucenti e fissibili (fig. 6).

Mentre la montagna paleozoica della Bosnia è così ricca di miniere utilizzabili tanto che, secondo il Katzer, corrisponde alla realtà la denominazione di Bosnisches Erzgebirge introdotta dal Mojsisovics per la parte principale di essa, per la zona paleozoica montenegrina non si può purtroppo dire altrettanto. È vero che tutta la serie litologica apparisce più o meno intensamente mineralizzata da idrossidi di ferro, ma in nessun luogo si hanno minerali meritevoli di cultura, e solo sporadiche sono le comparse di ematite, di limonite e di pirite. Le accurate ricerche mineralogiche del Baldacci e quelle successive intraprese da un sindacato italo-montenegrino hanno in-

Fig. 6. — Valle della Kučka Rijeka presso alla confluenza con la Peručica-Zloriječica (Paleozoico).

fatti condotto a scoraggianti conclusioni. La difficoltà dei trasporti per insufficienza di viabilità, come ha ostacolato lo sfruttamento delle ricche foreste, ha pure resa inattuabile l'escavazione dei materiali utili per l'edilizia, in particolare degli scisti e lavagne per tetti, e di quelli adatti per l'industria del vetro, delle porcellane e dei refrattari, come potrebbero essere anche le quarziti e i conglomerati quarzitici.

Finora non si è ritrovato neppure un fossile nei membri di queste più profonde formazioni; la determinazione della loro età non può quindi raggiungersi con sicurezza, e solo per i rapporti stratigrafici con altre formazioni in posizione ben determinata rispetto ai calcari mesozoici, spesso fossiliferi, delle cime, si può fare qualche induzione per arrivare ad apprezzamenti e giudizi, che ben lungi dall'essere esatti non mancano però di verosimiglianza.

Provenendo da occidente, dopo aver lasciato il paese dei Kuči e il Vardar Kurlaj, si passa nei dintorni del Kom a quegli antichi terreni rimasti lungamente soggetti, fino ai tempi nostri, alle forti modificazioni che le spinte poderose dei moti

orogenici e l'opera demolitrice altrettanto potente, sebbene lentissima, degli agenti esterni, hanno in essi ingenerato.

A nord-est del Velopoja non è facile notare il distacco fra gli scisti più antichi e quelli che si trovano alla base del calcare della Planinica, tantopiù che il terreno rimane spesso ricoperto dai detriti delle roccie soprastanti e, come presso Bindza, da considerevoli ed evidenti adunamenti glaciali. Per la concordanza delle formazioni è pure mal demarcabile il confine fra scisti del Trias e del Paleozoico, dalla regione Margarita, ad occidente del Kom, a quella più settentrionale della Bukova poljana.

Le analogie litologiche con i terreni del Paleozoico superiore si sono mostrate in modo non dubbio appunto nei dintorni orientali e settentrionali del Kom e più specialmente presso Carina, dove gli scisti neri lucenti, associati con quarziti e breccie silicee, presentano un aspetto ben diverso da quelli arenacei calcariferi del Kurlaj.

Ma per meglio indicare in quale località chiaramente si constata l'identità di aspetto con la formazione permo-carbonifera della Bosnia e forse anche dell'Albania settentrionale secondo le illustrazioni del Nopcsa, occorre anche di mettere in rilievo la posizione topografica di Carina.

Il Vardar Kurlaj si prolunga variamente inciso e accidentato sullo zoccolo di un altipiano che misura in quei dintorni un'altezza media di mille metri, e per recarsi nel Konjuhe da questa parte bisogna salire il fianco nord-ovest della Planinica e dirigersi quindi verso settentrione seguendo la mulattiera, che a Carina, sotto il Kom, raggiunge circa 1900 metri di elevazione, per andar poi lentamente degradando ad est verso il Konjuhe e Andrijevica (m. 800), il principale paese dei Vasojeviči.

L'attiva erosione esercitata lungo il fianco meridionale del Kom dal rio di Carina, dalla conseguente Peručica — che percorre il Konjuhe fino alla confluenza con la Zloriječica — e dai numerosi e piccoli torrenti che dalle due parti della valle trasversale della Peručica discendono ad alimentare questo fiume, ha originato un'incisione profonda quanto basta per mettere appunto allo scoperto le formazioni più antiche di questo territorio, compreso fra i rilievi del Kom e quelli prospicienti dell'allineamento montuoso (Planinica-Mojan-Hijine Glave-Hasanac), che per un tratto di 9 km. segna il confine meridionale con l'Albania.

Intorno ai *katuni* di Carina, ad un livello altimetrico inferiore a quello delle prime comparse del calcare del Kom e dell'abbondante e ruinosa coltre di detriti che ricopre il contatto fra gli scisti e il calcare, sono bene sviluppati fino al fondo della forra gli scisti nerastri, plumbei e lucenti, alternati con arenarie brune, micacee.

Vedremo che i calcari del Kom e dei monti di confine sono certamente triasici; ebbene, sotto di essi, con l'interposizione di scisti del Trias inferiore succedono argilloscisti scuri, talcosi, più compatti di quelli arenacei e micacei pure estesi in tutto il Konjuhe, dove sono pur frequenti le arenarie rosse scistose.

A Carina e nell'intiero Vardar Konjuhe sono inoltre comuni le forme che si avvicinano alle ardesie, i conglomerati silicei e le quarziti, giacchè lungo tutto il bacino della Peručica, i terreni scistosi assumono, con una particolare tinta bruna ferrugginosa, uno sviluppo rimarchevole tanto per potenza quanto per varietà di costituzione litologica, e la loro stratigrafia presentasi ovunque fortemente disturbata e contorta. Poco manifesta è la direzione prevalente compresa d'ordinario tra NW-SE e N-S.

Non molto lungi dal forconale, in un restringimento della valle della Peručica, il fiume attraversa un affioramento di calcare grigio ceruleo spatico e ferrugginoso, che ricomparisce con non minore potenza anche di fronte a Bulići presso la confluenza della Kučka Rijeka con la Peručica. Dalla riunione dei predetti fiumi è originata la Zloriječica, la quale nel suo primo tratto fino oltre Krnice scorre in una imponente gola, delimitata da rupi di calcare scuro inviluppato dagli scisti e analoga all'altra pure selvaggiamente bella di Bisibiba, che la Kučka Rijeka ha scavato più a sud presso Cecuni.

La ricerca dei fossili è riuscita in quei calcari completamente infruttuosa; ma ammessa l'appartenenza al Paleozoico del complesso scistoso in parola, è naturale

Fig. 7. — Paesaggio paleozoico del Konjuhe, con calcari fra gli scisti lungo il corso inferiore della Peručica.

che ad essi non possa attribuirsi età diversa di quella degli scisti fra mezzo ai quali sporgono in modo palese. Abbastanza concordi sembrano pure le opinioni degli autori nel ritenere neopaleozoici i calcari, i quali, lungo il cammino per Andrijevica, si notano affiorare di frequente nel lembo del Konjuhe fra la Peručica e la Zloriječica (fig. 7).

Ben poco rimane a dire sulla costituzione geologica della valle della Zloriječica. Dai calcari che prospettano Bulići, lungo il fiume si ritorna nuovamente fra gli scuri argilloscisti, le arenarie micacee e puddingoidi e i conglomerati in prevalenza quarzosi, finchè, oltrepassati presso Bojevići i calcari, la valle, allargandosi in vista di Andrijevica, rimane delimitata da alture — come più avanti diremo — triasiche nella loro parte superiore e paleozoiche solo lungo le pendici inferiori.

Il confine montenegrino che dal Hasanac percorre la vetta calcarea fino al Sileva glava (m. 2100), attraversa poi normalmente la valle della Kućka Rijeka, risale sul Baliasta glava (m. 1550) e prolungandosi ancora ad est e a sud-est sullo spartiacque fra la Kučka Rijeka e il Lim superiore, raggiunge per la parte meridionale dello Zeletin il roccioso Krš Siklov (m. 2160). Da questo punto segue una linea si-

nuosa e irrazionale che attraversa l'alta valle del Lim presso Murino, e con anse strane in questo lembo estremo del Principato, delimita a mezzogiorno il territorio del Poljmie — il più fertile e pittoresco del Montenegro — e abbracciando il bacino di Velika e tutta la regione del Trešnjevo a confine col Sangiaccato di Novipazar, lascia fuori la valle dell'Aržanica, la quale politicamente turca ed etnograficamente in parte albanese e in parte serba, s'insinua nel territorio montenegrino fra Velika a sud e il Poljmie e il Šekulare a nord.

Da Andrijevica si giunge nel Poljmie risalendo il Lim, il quale ad un'altitudine di circa 800 m. solca questo territorio con direzione prevalente SE-NW, e dirigendosi quindi con ampia curva verso ovest, sbocca di fronte ad Andrijevica nel fondo di

Fig. 8. — Valle del Lim presso Gračanica, con alluvioni terrazzate.

una stretta valle di erosione dominata a sud dalla massa calcarea rossa e grigia della Jerinia glava (m. 1548) e a nord dall'omotipica pure triasica ma meno elevata altura di Balj (m. 1225). Nel ricevere le acque della Zloriječica, il Lim, sempre scorrendo fra mezzo alle alluvioni terrazzate (fig. 8), piega quasi ad angolo retto verso nord, e dopo oltre un chilometro si volge a nord-est e, serpeggiando per la parte settentrionale del Trešnjevo, raggiunge l'ampio bacino di Berane.

L'alveo del Lim in territorio montenegrino non sarebbe interamente scavato negli scisti paleozoici, poichè, a parer mio, nella gola fra il Polimje e Andrijevica e nel tratto di valle fra Andrijevica e il confine inciderebbe in prevalenza i terreni più bassi della locale serie triasica.

In generale, nell'alta valle del Lim la formazione paleozoica con scisti, arenarie e conglomerati quarzosi non sembra predominare su quella triasica, della quale trovasi quasi costantemente ad un più basso livello ipsometrico. E così, quando l'isola calcarea dello Zeletin s'interrompe con i Krš Ravni e Siklov, quella stessa variabilità litologica del versante di questi monti dalla parte della Kučka Rijeka nuovamente si manifesta presso Murino e lungo la Murinska Rijeka, con alternanze di argilloscisti e

talcoscisti, con quarziti bianche, rossastre e violacee e con arenarie micacee. I brevi e ripidi torrenti che alimentano la Murinska Rijeka sono come questo fiume ingombri di blocchi e ciottoli di roccie svariate, triasiche eruttive e paleozoiche, delle quali, risalendo il principale alveo per poche centinaia di metri, molte ho trovate in posto, come le belle e tipiche anageniti rosse e verdognole a elementi variabili e più o meno ricche di talco.

Le formazioni paleozoiche del Polimje si estendono sempre molto potenti e con uguali caratteri petrografici nelle contigue regioni del Trešnjevo e di Velika, ossia fra l'alta valle del Lim e i monti di confine.

Il territorio di Zabrgje fra il Lim e la Tara, con i suoi mille rigagnoli, con i suoi pascoli e con le sue foreste, attesta ancora un assoluto predominio di costituzione scistosa; in esso poche osservazioni nuove sono possibili, data l'uniformità del paesaggio geologico — stratigraficamente oltremodo disturbato — che si estende quasi invariato dai dintorni orientali e settentrionali del Kom e dall'intero bacino della Drcka, fino oltre la frontiera col sangiaccato. Tuttavia, per completare il quadro geologico che mi sono proposto di abbozzare, accenno brevemente anche ai terreni di questa località quasi perduta in remota solitudine.

Lasciate le alluvioni terrazzate di Andrijevica, su per la mulattiera che conduce verso il Bač e Kolašin, dopo gli scisti e i calcari triasici della Žoljevica, s'incontrano quasi senza interruzione scisti argillosi ed arenacei, associati con breccie silicee come quelle di Carina e con quarziti. Tanto la piccola valle della Gradišnica quanto tutta la montagna a dorsi rotondeggianti fra i dintorni di Lisa (m. 1875) e del Bač (m. 1862), dalle cui falde orientali la Gradišnica discende, è costituita dalle solite arenarie e dai soliti argilloscisti con filoni di quarzo. Da rimarcarsi sono i banchi di calcare grigio-giallastro del Bač, fra gli scisti dominanti tutto all'intorno e costituenti senza eccezioni rimarcabili tanto i rilievi e le interposte valli a sud verso il Kom, quanto quelli a nord verso il confine.

La stessa difficoltà incontrata dagli autori che hanno atteso a studî geologici nella Bosnia e Alta Albania nel limitare la zona paleozoica da quella triasica inferiore, per solito strettamente collegate, si rinnuova anche qui nel Montenegro.

Con tutta probabilità, i terreni paleozoici vengono ad essere ricoperti da quelli triasici a est e nord-est di Ključ e della Bukova poljana, ma non rimane però escluso che le incisioni più profonde dell'altipiano dei dintorni di Kolašin possano giungere fino a scoprire i sedimenti di cui ci siamo occupati in questo capitolo.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze, qualsiasi suddivisione nei terreni scistosi del Montenegro, in continuazione diretta di quelli che nel Konjuhe e nei dintorni del Ključ si trovano sotto al livello di Werfen, non sarebbe sicura e potrebbe apparire troppo influenzata da apprezzamenti soggettivi.

Mi limito dunque a constatare che la formazione paleozoica dei Vasojevići fa parte di una grande anticlinale che interessa un'estesa zona di territorio montenegrino e che ad occidente viene ad essere ricoperta dai sedimenti triasici seguendo all'incirca una linea serpeggiante, la quale, a seconda delle maggiori incisioni del territorio dai dintorni del Kom e pei dintorni meridionali di Kolašin e orientali e settentrionali del Ključ, si prolunga in direzione nord-ovest verso il confine.

Se per la regione dei Vasojeviči occorre appagarsi di indicazioni sommarie è perchè, trattandosi di un territorio molto grande e difficilmente praticabile, sarebbero ancora necessarie particolareggiate, lunghe e complete osservazioni per attendere a speciali rilievi, oggi ben poco favoriti dallo scarso sviluppo delle reti stradali.

Formazioni triasiche.

Nessun'altra formazione presenta nel Montenegro una serie più ricca ed interessante di quella triasica, già segnalata nelle sue linee generali dagli autori, i quali hanno constatato che il Trias montenegrino risulta principalmente di calcari soprapposti agli scisti di Werfen e, in talune parti, agli strati di Wengen. Come, a causa delle difficoltà che ostacolano un comodo svolgimento dei proprî itinerarî, le mie osservazioni geologiche sono state meno dettagliate in questa parte del Montenegro che non nel Montenegro littoraneo, così anche le ricerche di fossili vi sono riuscite meno fortunate; tuttavia, avendo potuto ampliare alquanto le conoscenze precedenti sui terreni in parola, spero che ai rilevatori futuri gioverà assai la tripartizione, che con poca facilità ho potuto stabilire nel Trias del territorio dei Vasojeviči e dei Kuči.

I membri inferiori di queste formazioni, mediante passaggi petrografici quasi insensibili e — fatto non infrequente — con roccie scistose e brecciate a comune, sono così strettamente connessi con le altre formazioni che li comprendono, che i loro limiti non possone distintamente marcarsi. Si tratta infatti di una potentissima successione di strati, in prevalenza arenacei argillosi, i quali, in concordanza perfetta si succedono dai più profondi livelli, messi allo scoperto nei Vasojeviči, fino agli scisti comprendenti calcari con fossili del Trias medio e fino ai calcari del Dachstein, sicchè nell'ininterrotta successione dal Paleozoico alla Dolomia principale mal si potrebbe escludere, anche se nessun dato paleontologico venisse in aiuto, la presenza dei livelli inferiori del Trias.

Agli equivalenti degli strati di Werfen succedono solo di rado direttamente i calcari, e più spesso invece una *facies* scistosa di Trias medio, paragonabile a quella della Bosnia media, della Dalmazia meridionale e anche del Montenegro meridionale. Fra questi sedimenti scistosi inferiori si trovano sviluppate le formazioni eruttive, le quali talvolta giungono fino al livello dei calcari triasici medî, che dal contatto ne rimangono metamorfosati, come presso il Suhi Vrk di Širokar, sotto la Planinica, nella valle del Lim e nei dintorni di Kolašin.

In questa parte del Montenegro, il *Muschelkalk* non mi è apparso altrettanto ricco di fossili quanto nel Montenegro littoraneo, ma tuttavia gli elementi paleontologici da esso presentati sono più che bastanti per un sicuro punto di riferimento nella serie triasica.

Con l'interposizione di banchi calcarei non fossiliferi e probabili equivalenti dei calcari di Hallstadt e del Raibl, succedono finalmente i calcari e le dolomie fossilifere

del Trias superiore, nei quali si ripete il tipo del Kars con tutte le note manifestazioni morfologiche dipendenti dall'erosione superficiale e dalla circolazione sotterranea delle acque.

Con l'ausilio della stratigrafia, i caratteri petrografici delle formazioni — sui quali caratteri necessariamente dovremo insistere nei seguenti paragrafi — ci permetteranno di riassumere l'evoluzione geologica del Montenegro orientale durante i tempi triasici, nel fatto dell'abbassamento continuo e progressivo del fondo marino accusato dalla graduale scomparsa dei conglomerati e delle arenarie puddingoidi, che nella serie vanno dal basso all'alto cedendo il posto alle arenarie più minute, finchè non venne favorita la formazione delle masse calcaree.

La frequente comparsa di roccie eruttive attesta infine che ad interrompere talvolta e a rendere meno regolare l'accennato moto di sommersione sono direttamente intervenuti i fenomeni endogeni.

Trias inferiore. — Entrando appena in argomento ci troviamo subito di fronte a quelle stesse difficoltà che, a proposito del limite inferiore dei più antichi sedimenti mesozoici, tanto i geologi italiani quanto quelli austriaci, hanno incontrato nello studio delle Alpi orientali.

Gli scisti e le arenarie quarzose, micacee, calcarifere, grigie-verdastre e rosse che tutti gli autori hanno citato fra il Paleozoico e il calcare triasico, rappresentano indubbiamente i più profondi depositi del Trias tanto più che essi appariscono in condizioni geologiche perfettamente analoghe con i *Werfener Schiefer* della Bosnia e delle Alpi.

Arenarie rosse simili a quelle di Gröden compariscono di rado nella zona scistosa montenegrina, e, siccome nemmeno il Tietze che più volte le cita ha potuto ritrovarle ad un livello stratigrafico costante, pur essendo noto che nella Bosnia media esse formano con i *Werfener Schiefer* e le arenarie permiane un'unica unità tectonica, non possono offrire un sicuro punto di riferimento per la desiderata limitazione.

Per i concetti svolti anche dal Bittner [1] è indubitato che le arenarie di Gröden compariscono spesso alla base degli scisti di Werfen, e che nel Veneto e nel Tirolo meridionale, per trovarsi sotto al calcare a *Bellerophon*, sono incontrastabilmente permiane; ma nel caso nostro non bisogna dimenticare che queste arenarie rosse, impropriamente aggregate dai geologi che mi hanno preceduto al gruppo del *Grödnersandstein*, in luogo di assumere uno sviluppo paragonabile a quello che hanno nelle Alpi, dove talvolta sorpassano perfino la potenza verticale della serie di Werfen, compariscono nel Montenegro solo sporadicamente in strati sempre sottili.

Ciò dico per porre in evidenza il fatto che esse si mostrano come una modificazione delle arenarie variegate di Werfen, e non come una formazione tipica meritevole di essere rimarcata per potenza ed estensione.

Inoltre, le arenarie rosse trovate anche dal Tietze a contatto con i *Werfener Schiefer*, sotto il punto di vista litologico presentano elementi così fini ed una tendenza così spiccata alla struttura scistosa da segnare quasi un graduale passaggio ai soprastanti scisti di Werfen, e, pur accennando ad un lento e continuo sommergersi

[1] Bittner A., *Ueber die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia.* Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1881.

della spiaggia, provano che la deposizione dei loro sedimenti avvenne sotto lo stesso regime di quello dei Werfen. Non riscontrandosi qui i caratteri propri del *Grödnersandstein*, non possono distinguersi con una denominazione di valore geologico così deciso, arenarie rosse che sporadicamente si associano con altre arenarie variegate anche nel Montenegro meridionale, dove la loro posizione è ben determinabile, e quindi non ci sono ragioni per non comprenderle nella serie triasica inferiore del Montenegro.

Tietze è d'avviso che molti dei banchi calcarei e delle scogliere dolomitiche che nei Vasojeviči costituiscono la cima di non poche alture, siano direttamente soprapposti agli antichi scisti; mentre Baldacci riterrebbe anche gli scisti nerastri arenacei e argillosi dei più alti livelli del Paleozoico come triasici inferiori. Anche per i dintorni del Kom rimaneva insoluta la questione se i calcari delle vette del Kom si sovrapponessero al Paleozoico senza l'interposizione dei Werfen, giacchè, per lungo tratto, le pendici superiori della montagna sono ricoperte da abbondanti detriti calcarei, che dalle cime rocciose e fortemente denudate si estendono fino ai dintorni di Carina, nascondendo i terreni interposti fra i calcari e gli scisti neri lucenti.

Ho già accennato all'origine per erosione della forra di Carina fra i monti di confine e il Kom, e perciò sono d'avviso che sul fianco meridionale del Kom si ripetano le condizioni della prospiciente Planinica, dove i calcari della vetta riposano su scisti triasici, i quali nella loro parte più profonda si confonderebbero con quelli eventualmente permiani, in modo analogo a quanto hanno potuto giudicare il Mojsisovics, il Bittner, il Tietze e il Katzer in talune località di Bosnia e di Erzegovina. A conferma di questa opinione ricordo che i campioni di roccia che Hassert (cfr. loc. cit., pag. 20-21) portò da Carina e Stavna, a sud e a nord del Kom, mostrati al Tietze furono da questi confrontati e riferiti a quelli del livello di Werfen. Tale supposizione verrebbe inoltre convalidata dalla circostanza che presso Carina si ha una breccia quarzosa che ho anche ritrovata nel Trias inferiore della valle della Crmnica (Montenegro meridionale) e che perciò dovrebbe considerarsi come più recente del Paleozoico.

Le puddinghe di questa specie osservate al termine orientale del Kurlaj differiscono solo da quelle della Crmnica per una tinta più ferrugginosa, e constano di elementi silicei dalle dimensioni variabili e di colore bianco e nero; i primi dovuti a frammenti di quarzo, gli altri a selce piromaca.

Probabilmente si sarebbe però fuori del vero se si volesse cercare anche in quelle puddinghe del tipo del Verrucano il vagheggiato termine di passaggio fra Paleozoico e Mesozoico, poichè anche proseguendo per il Konjuhe e visitando i dintorni di Andrijevica, si ha frequente occasione di notare la presenza di tali breccie ad elementi ancora più grossi di quelli al termine del Kurlaj e presso Carina, e intercalate a più livelli in quello stesso complesso scistoso nel quale si ravvisano così forti analogie col permocarbonifero della Bosnia. A riguardo di queste breccie si può solo concludere che esse rappresentano una formazione comune al Trias inferiore e al Paleozoico montenegrino, e che attestano quelle frequenti variabilità nelle condizioni batimetriche del fondo, che si sarebbero ripetute tanto durante la deposizione dei più antichi sedimenti, quanto all'alba del Mesozoico.

Malgrado che il rapido e vario scambio di *facies* petrografica renda quasi impossibile una suddivisione nel Trias inferiore — ridotto nella regione alpina ai semplici Werfener-Schiefer dal Mojsisovics [1] — poichè la roccia è ora arenacea, ora argillosa, ora ricca, ora povera di mica e sempre più o meno friabile, è certo che solo alla base di questa formazione si trovano nel Montenegro alternanze di arenarie con puddinghe quarzose, mentre la successiva serie argillo-arenacea scistosa che sottostà al livello del *Muschelkalk*, quando non si associa alle roccie eruttive, risulta più uniforme nella sua costituzione petrografica. Ma anche questa serie superiore è congiunta con la sottostante per passaggi insensibili.

In questi terreni, le mie ricerche di fossili sono riuscite infruttuose; però il riferimento geologico non può mettersi in dubbio, perchè nelle formazioni litologicamente e stratigraficamente corrispondenti della Bosnia, Dalmazia e delle Alpi lombardo-venete, vennero ritrovati resti di *Posidonomya Clarai*, *Myacites fossaensis*, *Naticella costata*, *Turbo rectecostatus*.

Gli strati di Werfen scoperti nei cañons della Piva e della Tara si estenderebbero anche negli altipiani dell'alta Marača e, prolungandosi verso nord, aderirebbero alle formazioni corrispondenti del Sangiaccato di Novipazar e della Bosnia meridionale. Riguardo al territorio orientale in esame, un maggior campo d'estensione per detti strati venne da Hassert e Vinassa compreso in un'ampia cintura, che, al di là dello Žiovo e della Kostica fra i calcari del Trias e il Paleozoico, si sarebbe prolungata da NW a SE fino a Ricavac; ma per più ragioni le precedenti carte geologiche dovranno subire per queste località notevoli modificazioni.

In complesso, il Trias inferiore eccetto che nel Kurlaj orientale, dove assume una grande estensione, apparisce di preferenza in stretti margini basilari, sui quali, come lembi di calcare isolati e d'ordinario con l'intercalazione di una *facies* scistosa di Trias medio, poggiano le vette calcaree del versante pontico montenegrino; e se si eccettuano i dintorni del Kom, pei quali ho già detto essere controverse le opinioni, nessun geologo che abbia fatto delle riserve sull'età paleozoica dei calcari della valle del Lim, ha contrastato che fra la Zloriječica, il Lim e la Tara, la serie degli strati di cui si è parlato in questo capitolo, possa con potenza variabile interporsi fra gli scisti ritenuti più antichi e gli scisti e i calcari rossi, grigi e spesso ferrugginosi delle alture.

La regione orientale del Kurlaj, ad occidente dei rilievi irregolari fra la Planinica, il Kom e Margarita, risulta costituita in massima parte da argille e arenarie calcarifere, le quali bene stratificate e riferibili per i loro caratteri e per la loro posizione al livello di Werfen, ricompariscono in direzione nord lungo la Tara nei pressi di Kolašin.

Anche fra la Planinica e i dintorni di Carina, la sommità del rilievo che segna il displuvio fra il Vardar Kurlaj e il Konjuhe (fig. 9), risulta in prevalenza di scisti e arenarie di Werfen associati nella loro parte che segna il passaggio ai sedimenti più antichi, con puddinghe silicee ferrugginose e ad elementi quarzitici e selciosi.

[1] Mojsisovics E., *Ueber heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der Lombardischen Alpen.* Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. XXX, Wien 1880.

Ho già accennato, e qui debbo ripetere che fra la Zlorijećica, il Lim e la Tara, gli scisti di Werfen si trovano con potenza variabile, ma costantemente interposti fra gli scisti e i calcari rossi e grigi delle alture e il complesso paleozoico, così che assumono nella costituzione del territorio dei Vasojeviči una parte meritevole di essere segnalata, anche per il grande sviluppo che attraverso ad essi raggiunge la formazione eruttiva e per la presenza nel loro dominio di materiali utili sebbene scarsi, come le magnetiti e le limoniti con piriti e calcopiriti del Konjuhe. E infatti, al di sotto della cresta fra il Hasanac e la Hijine Glave, risalendo il ripidissimo fianco del monte lungo il Bradaveć potok si trovano grossi affioramenti di limonite e di pirite talora

Fig. 9. — Paesaggio paleozoico e triasico inferiore del Konjuhe, con veduta della massa calcarea del Kom.

con traccie di calcopirite, i quali affioramenti si ripetono pure più in alto ancora ad est e a nord della Hijine Glave.

Fra i dintorni di Kolašin, del Ključ, del Goliš e della Šerogošna, dove la formazione eruttiva è più sviluppata che altrove, la Tara scorre al fondo di un bacino coronato da alture triasiche basate sugli scisti di Werfen. Questi, nel letto della Tara, presso Trebaljevo presentano i loro più profondi elementi con conglomerati ferrugginosi a noduli di quarzo, con scisti scuri e con arenarie rosse a grana più o meno fina. Sulla sinistra della Tara, verso il Monastero di Morača essi accennano ad estendersi notevolmente, ma risalendo invece il fiume oltre il punto in cui la valle accenna a restringersi sotto l'Ostrovica, andrebbero ad immergersi sotto alle formazioni scistose e calcaree del Trias medio.

Quanto ho qui riassunto giustifica lo sviluppo da me dato sulla carta alle formazioni di Werfen, in modo da accompagnare quasi sempre le formazioni scistose e calcaree triasiche del Montenegro orientale.

Formazioni eruttive. — Tutti gli autori ascrivono al Paleozoico le dioriti e diabasi porfiriche e afanitiche sparse in più affioramenti nella regione scistosa. Tietze soltanto fa delle riserve sulla loro età, richiamando sulla loro vera posizione l'atten-

zione dei successivi osservatori. Il Tietze stesso, mentre si è mostrato indeciso nel determinare il posto degli affioramenti delle rocce eruttive rivelate dagli abbondantissimi ciottoli travolti dai fiumi dei Vasojeviči, non ha esitato a considerare tutte le altre del Montenegro littoraneo come associate agli strati di Werfen. Nel suo pregiato lavoro insiste però nell'accennare alle ripetute comparse di analoghe roccie eruttive nel Trias inferiore della regione dinarica ed enumera varî di tali giacimenti, citati specialmente dal Bittner per la Bosnia e dal Hauer per la Croazia e Dalmazia; ma non dimentica nemmeno gli affioramenti dioritici presso Fuscine in Croazia, che secondo lo Stache verrebbero a giorno negli strati da lui impropriamente ritenuti carboniferi mentre in essi lo Stur riconobbe la presenza del livello di Werfen. Meno incerti sembrano a questo proposito Hassert e Vinassa, i quali segnano nelle loro carte delle comparse di roccie eruttive fra i terreni paleozoici e come di età paleozoica le considerano nel testo.

A me risulterebbe invece che nel Montenegro, al pari che in Bosnia e in Dalmazia, le roccie predette compariscono come eruttate fra la massa degli scisti inferiori dell'epoca triasica. Occorre quindi esporre brevemente le ragioni che m'inducono a far risalire al Trias l'età della formazione eruttiva dei Vasojeviči.

Tanto le porfiriti che compaiono sotto al calcare a Luge, tanto quelle di Krnice studiate da Manasse, sono dioriti senza quarzo e si trovano in posto fra la serie degli scisti di Werfen e di quelli immediatamente soprastanti che costituiscono le pendici superiori delle alture a confine con l'Albania e a sud del Kom, originando una serie ben distinta dalla inferiore con arenarie variegate e puddinghe quarzose sicuramente triasiche, come le corrispondenti della Crmnica. Orbene, porfiriti anfiboliche senza quarzo, identiche a quelle di Krnice, si ritrovano nell'opposto versante del Jerinja Glave sulla sinistra del Lim presso al ponte di Gračanica (segnato erroneamente nella carta austriaca al posto di Luge) e anche là come a Krnice, esse non solo sporgono fra gli scisti che hanno in sè il carattere dei Werfen, ma arrivano a contatto col sovrastante calcare triasico — di cui più oltre parleremo — bianco, roseo, rosso e brecciato, che contribuisce pure in gran parte alla costituzione dei monti fra la Zloriječica e il Lim.

Al contatto fra calcari e roccie eruttive si ha un tipo di *Hornstein* variegato, analogo a quello osservato da Vinassa a Bulići e comune pure lungo quei margini inferiori della massa triasica del Ključ presso Kolašin che si trovano in diretto contatto con le porfiriti anfiboliche quarzifere. Non saprei dunque indicare un argomento migliore di simili metamorfismi di contatto e delle trasformazioni di calcare in roccia subcristallina e variegata dalla ricchezza dei silicati minerali, per provare non solo la natura intrusiva delle porfiriti fra gli scisti di Werfen e i primi sedimenti calcarei che su di essi si sono deposti nel Montenegro orientale, ma anche la loro età relativa, perchè nessun conglomerato dei terreni più bassi della serie e riferiti al Paleozoico o alla base dei Werfen si mostra costituito, nemmeno parzialmente, a spese di queste roccie eruttive.

Risalendo non poche delle vallecole che solcano per ogni verso il paese dei Vasojeviči ho sempre constatato che quando le roccie eruttive esistono, si trovano in posto sotto ai calcari delle vette e sempre al di sopra non solo delle anageniti ti-

piche, che nelle Alpi e nella catena metallifera toscana segnano la parte più alta del Paleozoico, ma anche non poco al di sopra di quelle puddinghe quarzose, che nelle loro più alte comparse, si ha ragione di ritenere come triasiche inferiori.

Non è fuori di luogo aggiungere pure che a Bukovik e a Sotonići nel Montenegro meridionale, le porfiriti anfiboliche, senza quarzo e con quarzo (quarzofiri del Foullon) identiche a quelle studiate da Manasse, sono comprese negli strati di Werfen, caratterizzati oltre che dalla loro posizione stratigrafica, da lenti di gesso e da efflorescenze saline, per non parlare di quel lungo affioramento eruttivo che si estende con poche interruzioni dai pressi di Antivari fino a Spizza, con direzione NNW-SSE, e che in varii luoghi si trova a contatto con i calcari triasici fossiliferi.

Gli scisti fra i quali si trovano in posto le roccie eruttive presentano pure, senza notevoli varianti litologiche, gli stessi caratteri degli esili straterelli scistosi che interrompono l'uniformità dei calcari bianchi, rossastri e ferrugginosi dominanti specialmente nella valle del Lim. Aggiungo infine che se la serie scistosa immediatamente sottostante a questi calcari appartenesse al Paleozoico invece che al Trias, per quanto ho già notato al principio di questo capitolo, le arenarie rosse da taluno equiparate a quelle di Gröden rappresenterebbero una delle più profonde formazioni paleozoiche montenegrine, conducendoci ad un'affermazione erronea e in aperto contrasto con le conoscenze che sulla loro età attualmente si posseggono.

Chiarita questa questione controversa, passiamo a brevi accenni sulla costituzione e distribuzione di tali roccie.

Le roccie eruttive violacee, rosse e verdi che sporgono a sud della Planinica subito sotto alla cresta del monte, hanno all'incirca gli stessi caratteri di quelle descritte dal Foullon come *Diabasporphyrit* e raccolte presso Andrijevica. La loro struttura porfirica non rimane sempre ben manifesta, giacchè in taluni campioni si ha piuttosto una struttura microcristallina, quasi afanitica. Nelle sezioni sottili, oltre all'augite allotriomorfa, dalla tinta verdastra tendente al bruno, appariscono come in una massa finamente granulata, cristallini irregolari, polisintetici e poco trasparenti di un feldispato triclino per lo più perifericamente alterato e racchiudente scarsi minerali secondarî, prodotti in massima parte dalla propria alterazione. Scarsa pure è la magnetite trasformata spesso in idrossido di ferro.

Le porfiriti di Gračanica (Luge della carta austriaca) nella valle superiore del Lim sarebbero dioritiche senza quarzo; quarzifere invece quelle del Suhi Vrk fra Širokar e il Kurlaj.

Foullon e Manasse sono concordi nel determinare come dioritiche le porfiriti della valle Perućica sotto il Hasanac e presso Krnice, e quelle provenienti dalla valle della Kučka Rijeka. Allo stesso gruppo apparterrebbero pure quelle che nel breve e vorticoso suo corso travolge la Murinska Rijeka, e che, secondo Vinassa, affiorano presso alla cima del monte su cui passa il confine parallelamente alla vetta del Visitor.

Fra queste roccie dioritiche, tutte fondamentalmente costituite da plagioclasio — con abbondanti produzioni di caolino e in minor quantità di opale e calcite — da anfibolo, da magnetite più o meno limonitizzata e da rara ematite; con minerali accessorî quali ilmenite, apatite, zircone ed epidoto; Manasse nel suo accurato studio

ha distinto frattanto tre varietà a seconda: *a*) che nella massa fondamentale afanitica verde chiara spiccano — fra macchiette rosso-cupo prodotte da plaghe ematitiche e magnetitiche — cristalli feldispatici lunghi 1-3 mm.: *b*) che vi si trovino abbondantemente disseminati cristalli porfirici di feldispato di circa 3 mm. e fortemente caolinizzati: *c*) che vi si scorgano al microscopio soltanto, rari cristalli porfirici di feldispato caolinizzato.

Tali porfiriti fanno comparse sporadiche nelle località predette, e i loro affioramenti non possono riprodursi nelle ordinarie carte altro che con segni esagerati rispetto alla loro estensione. Una diffusione incomparabilmente maggiore presentano invece le porfiriti anfiboliche quarzifere nel Ključ e nei dintorni del Goliš, con secondarî affioramenti nel Pažan potok presso Kolašin.

Per i caratteri esterni, non si può agevolmente distinguere questa porfirite anfibolica quarzifera dalle precedenti citate senza interclusi di quarzo.

La massa eruttiva della Šerogošna (Stitarica degli autori) fornì al Foullon campioni che corrispondono a quelli delle località limitrofe studiati dal Manasse, e, data l'analoga giacitura di queste roccie, è logico arguirne la contemporaneità di formazione. Esse, secondo l'esame del Manasse, in una massa afanitica verde cupa risultante di un aggregato ipocristallino di microliti di feldispato, di quarzo e di masserelle caoliniche, cloritiche e limonitiche, presentano cristallini di oligoclasio e di scarso ortoclasio con inclusi minerali secondarii, in prevalenza epidoto e clorite, a cui devesi il colore verdognolo che macroscopicamente manifestano pure i cristalli porfirici di quarzo, altrettanto numerosi quanto quelli feldispatici, dei quali misurano la stessa lunghezza di 1-3 mm. L'anfibolo, probabilmente actinolitico, è in esili aciculi di difficile determinazione, ma più spesso bisogna dedurne la partecipazione nel costituire la roccia in esame dai residui cloritici e ferriferi della sua alterazione. Fra i costituenti accessorî originarî sparsi nella massa fondamentale non vi sarebbero che l'apatite e, rarissimo, lo zircone, essendo gli altri — come il caolino, l'ilmenite, l'opale e la magnetite — tutti secondarî.

L'analisi chimica del Manasse ha dato per queste roccie un'elevatissima percentuale di silice — 73 % — tanto che il loro grado di acidità supera quello delle più comuni e conosciute porfiriti dioritiche quarzifere.

Nella carta del Hassert e del Vinassa sono segnati affioramenti eruttivi anche sulle pendici e sulla cima del Razkršnice ad oriente del Ključ e a NW del Kom in regione Margarita, ma non avendoli visitati, li cito soltanto, tantopiù che i precitati autori non li menzionano nel testo.

La porfirite del bacino del Šerogošni (Stitarica) la sola che, in contrapposto agli sporadici affioramenti del Montenegro orientale, riveste il carattere di un'eruzione massiccia, costituisce le ripidissime alture che fra il Sušac, il Goliš, il Cića e la Stitarička Prepranja fiancheggiano la localmente profonda e stretta valle della Tara (fig. 10); per essa basterà ricordare che iniziandosi a NE di Grebaljevo attraversa la Tara in una larghezza di oltre tre chilometri per sparire solo una dozzina di chilometri più ad occidente lungo le pendici orientali del Jablanov vrh, dove Baldacci, secondo quanto scrive Hassert, che prese esatta cognizione dello studio inedito dell'egregio geologo italiano, avrebbe constatata l'associazione della porfirite agli scisti di Werfen,

come pure presso la confluenza del Šerogošni nella Tara ho potuto io stesso osservare.

La posizione delle roccie eruttive della regione Šerogošna verrà ancor meglio illustrata nella pagine seguenti relative al Trias medio.

Trias medio. — Seguendo la repartizione del Trias delle Alpi esposta dal Bittner (¹), nel Montenegro si può sincronizzare il Trias medio col *Muschelkalk* dei tedeschi, comprendendo in esso tutta la serie delle formazioni fra gli strati di Werfen e il Raibliano, o, dove questo manchi, fra gli scisti di Werfen e la base della Dolomia principale.

Fig. 10. — Altura intieramente costituita da porfirite, fra la Tara e il Šerogošni.

Tutte le alte montagne calcaree mesozoiche che sovrastanno all'altipiano, tanto se d'aspetto tondeggiante od ellissoidale quanto se dalle vette fortemente corrose e dentellate, sembrano accavallarsi in modo continuo e confuso e solo di rado, nella zona scistosa, le cime si presentano come pile d'ingenti banchi in origine poco inclinate, ed al presente fratturate, incise e denudate.

Ora che di questi monti abbiamo scissa ed esaminata la base, passeremo in rassegna le masse scistose, calcaree e calcaree-magnesifere più o meno stratificate, seguendo l'ordine di soprapposizione che le ricerche progressive sulla loro costituzione e sui loro reciproci rapporti stratigrafici consentono di stabilire. È pertanto da lamentare che mentre la parte più alta della formazione triasica è sufficientemente ricca di fossili, la parte più bassa ne difetta purtroppo, perchè il Trias medio solo in una località del paese dei Kuči può dirsi veramente fossilifero; e ancora più lamen-

(¹) Bittner A., *Bemerkungen zur neusten Nomenclatur der alpinen Trias.* Abhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien, 1896.

tabile è l'insufficienza di documenti paleontologici nelle assise calcaree dei Vasojeviči, sulla cui età i pareri sono discordi.

Incominciamo frattanto da un punto di partenza ben sicuro.

A costituire il nucleo, per così dire, della formazione triasica superiore della Kostica si hanno calcari rossi e biancastri del *Muschelkalk*, messi allo scoperto da una forte erosione lungo l'incisione che disgiunge la massa triasica del Kunj Kostić, da quella che si estende fra il Hum Orahovski e lo Žiovo. Il lembo fossilifero rimane più precisamente a giorno alla sorgente di Radec Velje e presenta esemplari più o meno ben conservati dei seguenti fossili intimamente compenetrati nella roccia e isolabili con difficoltà:

* *Dinarites Misanii* Mojs.
* *Arpadites Arpadis* Mojs.
* *Protrachyceras Richthofeni* Mojs.
Protrachyceras sp.
+ *Acrochordiceras enode* Hau.
Acrochordiceras sp.
Procladiscites sp.
*+ *Monophyllites wengensis* Klipst. sp.
Monophyllites sp.
* *Proarcestes subtridentinus* Mojs.
* *Proarcestes Reyeri* Mojs.
* *Proarcestes Spallanzanii* Tomm.
Proarcestes sp.
+ *Ptychites reductus* Mojs.
* *Ptychites* confr. *princeps* Mart.
Ptychites sp.
*+ *Orthoceras politum* Klipst.
*+ *Orthoceras campanile* Mojs.
Orthoceras sp.

Il segno * premesso ai nomi delle specie indica che queste sono conosciute nel *Muschelkalk* superiore della regione alpina e dinarica (Esino, Carnia occidentale, Montenegro, Ungheria), e il segno + forme note nel *Muschelkalk* inferiore della Lombardia e del Veneto, della Bosnia e del Montenegro.

Come ho dimostrato nel mio lavoro *Contributo al Muschelkalk superiore del Montenegro* (Palaeontographia italica, vol. XII) l'età di questo calcare risale a quella dei calcari rossi e grigi del Monte Clapsavon nella Carnia occidentale, già riferiti, insieme a parte dei calcari di Esino e della Marmolata — per citare solo i più importanti e noti — al piano ladinico (Bittner).

Le maggiori affinità faunistiche sono col Trias medio e non con quello superiore, ed infatti le forme qui predominanti (*Ptychites*, *Acrochordiceras*, *Monophyllites*), salvo i *Proarcestes*, sono sviluppate in tutto il Muschelkalk e mancanti nel Keuper.

Sotto ai calcari fossiferi di Radec Velje, l'unica sorgente della regione circostante accusa subito la presenza di scisti associati pure a diaspri, denudati presso alla fontana. Esigua è la potenza di questo affioramento ladinico, e la sua intercalazione con gli scisti, oltre che dalla sorgente sgorgante alla base di esso, viene pure avvalorata dal ripetersi di analoghe condizioni stratigrafiche nella parte più alta del corrispondente deposito triasico, riccamente fossilifero, di Skala Vucetina nel Montenegro meridionale.

I monti che coronano a NE la Kostica, sono fra Čafa Velje e il bacino di Ricavac fortemente incisi e la scoscesa mulattiera che in una breve distanza oriz-

zontale segna un dislivello di più di 400 metri, è profondamente incassata fra quelle alture carsiche, accidentate da masse sporgenti e fessurate da spacchi, dove anche nella calda estate si mantiene la neve dell'inverno. Nei punti più bassi raggiunti dall'incisione apparisce un lembo calcareo rossastro e biancastro sotto quello grigio, talora zonato del Trias superiore; tale lembo calcareo, per le sue analogie litologiche, propenderei a considerare geologicamente corrispondente a quello di Radec Velje. Ciò però dico con riserva perchè nessun dato paleontologico avvalora la mia verosimile supposizione.

Meno facile è il dimostrare l'età triasica media della grande maggioranza dei calcari costituenti le alture principali dei Vasojeviči e dei dintorni di Kolašin, perchè quasi nessun fossile determinabile porge aiuto di sorta.

Se avessi potuto esaurientemente dimostrare che gli scisti subito sotto al complesso scistoso-calcareo dello Zeletin e, in generale, della valle del Lim, appartengono al Trias inferiore, potrebbe dirsi risoluta la questione dell'età relativa di quei calcari rossi e grigi, localmente ferrugginosi e con frequenti alternanze di straterelli scistosi, diasprini e ftanitici estesi anche negli immediati dintorni di Andrejevica, dove ripetono nella loro parte superiore la stessa associazione e gli stessi caratteri litologici dei calcari e scisti, che nel limitrofo territorio dei Kuči si presentano a Radec Velje sotto al Trias superiore.

I calcari in banchi e quelli in piccoli strati, fortemente contorti e compresi fra scisti varicolori argillosi e arenacei che stratigraficamente soprastanno ai Werfen, si alternano e per lunghe estensioni si sostituiscono gli uni agli altri presentando ora i banchi più potenti in alto — come nei dintorni settentrionali di Kolašin e meridionali e orientali di Andrejevica — ora nella parte più bassa, come si verifica presso Kolašin nella Tara in quella serie di calcari poco estesi fra le masse di scisti argillosi e calcariferi.

Potrebbe dirsi che una *facies* prevalentemente scistosa rappresenti nel Montenegro orientale i sedimenti inferiori del Trias medio e una prevalentemente calcarea quelli superiori dello stesso Trias medio; senonchè anche nella *facies* scistosa i calcari si presentano molto sviluppati non per l'altezza verticale dei singoli strati, i quali anzi sono piuttosto esili e intramezzati da letti scistosi, ma perchè assumono una parte notevolissima nel complesso dei sedimenti a cui si associano.

Le scoscese pendici dell'altipiano dei Kuči verso il Velepoja sono bruscamente interrotte e sporgono sulle forre verso i confini con rilevantissime serie di strati. Nella parte superiore si hanno calcari cretacei e terreni del *flysch* e nella inferiore invece si addensano ondulati e strettamente fra loro connessi, scisti argillosi e calcariferi varicolori comprendenti strati di calcare grigio spesso con *Diploporae*, con grosse venature di calcite e di variabile potenza. Nei calcari a strati di pochi centimetri e a guisa di lastre ho notato e raccolto esemplari incompleti di *Orthoceras* sp. e di *Celtites* sp.; la presenza del genere *Celtites* basta per confermare l'appartenenza al Trias di queste formazioni che dal margine del Velepolja e sempre a contatto con gli scisti e arenarie di Werfen si prolungano con vivace scambio di forme litologiche fin sotto ai calcari della Planinica e del Mojan e raggiungono a NE i dintorni meridionali di Kolašin e la Tara, per quindi di nuovo riapparire, ricoperti dal *flysch*, nei dintorni di Lopate, con inclinazione prevalente a NE.

Gli strati di calcare intramezzati agli scisti si presentano talora interamente costituiti da *Diploporae* e pure spesso hanno traccie indeterminabili di piccoli crinoidi e altri resti organici, così che corrispondono quasi perfettamente a quelli triasici medî di Turcine sopra ad Antivari.

In talune località dei dintorni di Kolašin, questa *facies* promiscua di calcari, scisti rossi, verdastri e giallognoli si associa pure con diaspri e breccie diasprine, mentre in altre — come presso ai *katuni* Bindza a un centinaio di metri sotto ai calcari della Planinica ed ad oriente dell'incisione entro cui vanno racco-

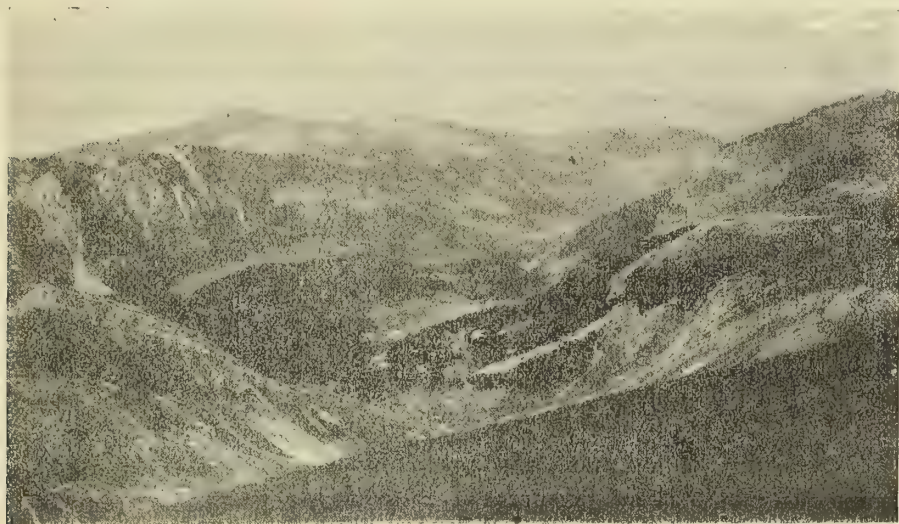



Fig. 11. — Bacino del Velepoja con rilievi costituiti in alto da calcari del Trias medio e in basso da scisti del Trias medio e inferiore.

gliendosi le acque che discendono nel Velepoja (fig. 11) — comprende pure dei bellissimi scisti sericitici con cristalli di pirite bianca (marcassite). In quest' ultima località sopra agli scisti variegati sporgono affioramenti di diabase porfirica e afanitica rossa, violacea e verde scura.

I diaspri associati ai tufi, alle arenarie e agli scisti argillosi e silicei varicolori, oltre che dal Katzer nel piano ladinico della Bosnia e dal Nopcsa al livello degli *Hornsteinschiefer* nell'Alta Albania, vennero da me pure osservati nel Trias medio del Montenegro meridionale e dal Bukowski in quello della Dalmazia e quindi mi sembra superfluo l'insistere sulla loro età.

Per la mancanza di fossili, l'età degli scisti sericitici bianchi azzurrastri del Vucin potok presso Bindza può solo arguirsi dalla loro posizione e dai rapporti con le arenarie di Werfen sottostanti, ma al loro carattere petrografico non può darsi molto valore, poichè per esempio nel Monte Pisano essi si presentano nei terreni permo-carboniferi, nelle Alpi lombarde fanno parte del Trias inferiore e nella Calabria del Trias medio e inferiore.

Siccome i geologi che mi hanno preceduto non hanno mai fatto menzione di Trias medio nelle formazioni del Montenegro orientale, ogni mia affermazione sull'ar-

gomento potrebbe sembrare troppo decisa; è necessario dunque che io riporti qui al somma delle mie osservazioni per adunare argomenti in favore dell'età mediotriasica di quella serie di scisti e di calcari per solito nettamente stratificati e più di rado intercalati amigdaloidamente o suddivisi in banchi irregolari fra gli scisti, la quale serie assume una parte rilevantissima nella costituzione geologica del territorio in esame. E ciò è tanto più necessario perchè mentre i pareri sono poco discordi sull'età triasica, ma non si sa se media o superiore, dei calcari del Kom e del gruppo del Mojan, risultano invece disparati su quella dei calcari degli assi montuosi della valle della Zloriječica e del Lim, ritenuti paleozoici dal Tietze e dal Hassert, triasici da Baldacci e in parte triasici e in parte paleozoici dal Vinassa. Per l'opinione di Baldacci sta pure l'analogia con la catena montuosa della riva destra della Peručica, dove le dolomie e i calcari si trovano in continuazione diretta di quelli della Planinica, e, originariamente, del Kom.

Nella valle superiore del Lim, della Peručica e Zloriječica dove i calcari si soprappongono agli scisti, è possibile di rilevare che il concetto espresso dal Tietze e seguìto in massima dai successivi osservatori, secondo cui i calcari del Montenegro orientale rappresentano i residui di una copertura calcarea triasica sul Paleozoico, non è del tutto esatto, perchè ciò implicherebbe il fatto di un periodo continentale per lo meno durante il Trias inferiore, ivi rappresentato sempre, secondo me, dai Werfener Schiefer, e poi perchè la formazione triasica che sovrasta l'altipiano non risulta semplicemente addossata all'anticlinale degli scisti paleozoici, ma sibbene disposta in pieghe, oggi longitudinalmente interrotte e trasversalmente modificate dall'erosione, in modo da formare piccole cupole ellissoidali con gli assi maggiori allineati secondo la direzione stratigrafica NW-SE.

Questa serie di cime calcaree originariamente domiformi e talvolta rese più complesse da potenti banchi fra di loro connessi a guisa di scogliere dirupate, nei dintorni di Andrijevica e di Kolašin sormontano i rilievi, nei quali, per l'irregolare andamento delle valli d'erosione che li delimitano, manca affatto la corrispondenza fra la direzione della stratigrafia e quella degli allineamenti montuosi.

Nel Montenegro meridionale abbondano i fossili del *Muschelkalk* e quindi si può suddividere il Trias medio in più zone, ma in quello orientale le condizioni per ciò non sono altrettanto favorevoli, anche perchè in talune località il complesso litologico non è molto variato. Per esempio infatti, i calcari rossastri e grigiastri leggermente ferrugginosi dello Zeletin, senza intercalazioni di differenti roccie ma solo con rare alternanze di letti marnosi, continuano pure nelle alture intorno ad Andrijevica e mostrano con lenti di ftaniti e di diaspri una spiccata analogia con le formazioni di Radec Velje.

Nel Primorje, l' inframettenza al *Muschelkalk* di strati marnosi tufacei e argillosi è molto più chiara che non qui, e le roccie eruttive con essi associate valgono a provare con sicurezza che nel Montenegro l'attività delle eruzioni triasiche si è variamente esplicata prolungandosi fino nel Trias medio. Nel caso particolare dei Vasojeviči le eruzioni e la probabile vicinanza di un continente, influivano in modo vario nel regime della sedimentazione, e solo nello scorcio del Trias medio le condizioni batimetriche cominciarono a mantenersi più costanti e tali da favorire la

deposizione di un'uniforme serie calcarea; in generale però la potenza verticale del Trias medio vi si appalesa presso a poco uguale, nonostante che in località diverse il complesso del *Muschelkalk* si presenti con una *facies* parzialmente differente.

Gli autori hanno tutti ammesso che i calcari del Kom, dei monti prospicienti di confine e della sommità dello Zeletin siano triasici, e perchè dunque non dovrebbero esserlo anche quelli del Jerinja glave e Balj, che con i calcari dello Zeletin sono in diretta relazione stratigrafica?

Nello stesso modo in cui le porfiriti si trovano a contatto con la massa calcarea del Ključ, unanimemente ascritta al Trias, non si osserva forse che presso al ponte di Gračanica le porfiriti sono quasi incassate nei calcari più bassi del Jerinja glave?

I banchi mal delimitati di calcare che con tutta l'apparenza di scogliera si trovano compresi fra i calcari in piccoli strati e gli scisti marnosi, non hanno presentato fossili; sono alquanto ferrugginosi e assomigliano in modo mirabile a quelli che sporgono nella parte più alta sulla sinistra della Tara presso Kolašin.

Nel Trias delle Alpi orientali sono ben note per lunghi studî, formazioni che a queste scistose e calcaree dei Vasojeviči assomigliano grandemente e quindi è del tutto probabile e verosimile che esse comprendano tanto il piano di Recoaro inferiormente, quanto quello ladinico superiormente, in modo da sincronizzare nelle Alpi meridionali tanto il *Muschelkalk alpino* per la parte più bassa, quanto gli strati di Buchenstein, di Wengen e le dolomie di Schlern per la parte più alta.

Se dalle capanne di Carina s'imprende a salire verso il Kom, si trovano dapprima lungo i fianchi scoscesi, masse e detriti rocciosi i quali nascondono la formazione sottostante ai potenti banchi di conglomerati e di calcare grigio-scuro venato di giallo e di rossastro, che al disopra di Carina simulano con le loro testate una stratificazione poco inclinata, mentre sono immersi a NNE con un'inclinazione 20°-25°.

Non credo per altro che proprio sùbito sotto ad essi si abbiano gli scisti di Werfen, perchè se si discende per la mulattiera del Konjuhe, i calcari senza interruzione compaiono ad un livello altimetrico molto più basso e pure inferiore a quello che raggiungono gli scisti nelle adiacenze. Continuando nella salita, ai calcari venati di giallo e giustamente paragonati dal Vinassa, per il loro aspetto, al portoro, succedono calcari leggermente zonati e selciferi, finchè non si giunge alla base delle vette grandemente denudate, incise e corrose. Dovunque, fra i frammenti calcarei che, ammassati su per le ripide pendici delle vette, scorrono verso il basso, allorquando vi si cammina sopra, come sassose lavine, affiorano calcari magnesiferi bianchi simili a quelli delle due vette e dei quali dovrò fare menzione nel prossimo capitolo.

Analoghi ai calcari bianchi, scuri e screziati della base del Kom sono quelli del Suhi Vrh e della Planinica. Nel punto dove la mulattiera pel Konjuhe più si approssima alla massa calcarea di quest'ultima montagna, fra le arenarie e gli argilloscisti e il soprapposto calcare sgorga la ricca e fresca sorgente di Bijela voda (t.ª 2°8 nell'agosto del 1903), che effluisce più precisamente fra gli scisti, e i massi e detriti rocciosi, i quali, staccati dalla compagine principale, nascondono il confine fra le due formazioni.

Sui monti a destra della Peručica predominano calcari rossi, grigi e bianchi e calcari variegati e selciferi compresi fra gli scisti argillosi, arenacei e silicei varico-

lori, ben differenziati dalla serie arenaceo-scistosa bruna sottostante; sulla sinistra invece la denudazione è stata più attiva ed energica, tanto che soltanto le vette del Krš Veliki (1399 m.) e Krš Mali (1223 m.) rimangono costituite da calcare triasico e da scisti varicolori comprendenti strati regolari di un calcare grigio compatto, abbastanza comune in questo livello e con traccie mal conservate di piccoli articoli di crinoidi dall'aspetto triasico. Coeve sono pure le breccie e le masse calcaree compatte che coronano le alture a sud est di Andrijevica, tanto più che i calcari grigi e rossi, con le ftaniti e con i diaspri sottostanti rinnovano in parte la successione litologica osservabile a Radec Velje nella Kostica.

Risalendo da Andrijevica il Lim, si nota che i fianchi della prima e più stretta parte della valle, sono quasi interamente costituiti da calcari talvolta ceroidi ma più spesso grigi e rossi, ben di frequente scistosi, del Jerinja glave e del Balj; calcari che la maggioranza degli autori riferirebbe — come già dissi — al Paleozoico, mentre nel ripetere i caratteri delle roccie triasiche di altre località montenegrine, presentano alternanze locali di straterelli calcarei, arenacei e argillosi, e per la loro posizione non giustificano la supposta intromissione nei terreni più antichi. Le masse scistose di Werfen lungo i margini del fiume e dove più la valle si allarga, rimangono in parte ricoperte dalle alluvioni terrazzate, sviluppatissime in tutti i dintorni di Andrijevica, ma le masse soprastanti di cui teniamo parola sono osservabili in tutto il loro sviluppo sulle parti più alte delle alture.

Anche l'insieme litologico che, seguendo il corso del Lim da Andrijevica verso il bacino di Berane, costituisce i fianchi della valle, ripete il carattere di quello del Jerinja glave e si ricollega con le formazioni analoghe delle alture cosparse di fortilizî turchi lungo il confine col bacino di Berane.

Calcari coevi con gli scisti varicolori che li comprendono si trovano a nord di Andrijevica a costituire le alture di Zabrgje e di Žoljevica (m. 1380), dove si trovano stratigraficamente superiori alle puddinghe silicee e alle arenarie calcarifere del Trias inferiore.

Più variata ancora diventa la costituzione rocciosa dell'appartata e bassa valle del Krivi do ad ovest del Bač e a sud-est dell'alto massiccio triasico in parte eruttivo e in parte calcareo del Ključ (m. 1929), giacchè vi si notano affioramenti di strati calcarei fra gli scisti e spuntoni di ftaniti e diaspri. I calcari compatti bianchi, grigi, rossi e ceroidi del Ključ, sono da tutti gli autori ascritti al Trias, e alla base di questi calcari compatti altri ne succedono, i quali compresi fra gli scisti arenacei ed argillosi varicolori e spesso pure associati ai diaspri, si estendono lungo i lembi inferiori della valle della Svinjača e nei dintorni immediati di Kolašin. È vero che le culture, i boschi e le alluvioni complicano oltremodo il riconoscimento della posizione esatta dei terreni scistosi di Kolašin (fig. 12), ma per essere associati alle roccie eruttive che compariscono pure nel Pazan potok e per essere in relazione diretta con i soprastanti calcari delle alture, crederei di poterne escludere un'età più antica del Trias inferiore.

Le masse calcaree grigie, spatiche e ferrugginose sulla sinistra della Tara rimpetto a Kolašin, non essendo fossilifere, hanno un controverso riferimento cronologico. Per comprenderle nel Paleozoico invece che nel Trias, si volle dare importanza alla

intercalazione di letti scistosi fra i banchi di calcare; siccome però tali alternanze non risultano di scisti analoghi a quelli paleozoici ma sibbene di sottili straterelli marnosi, anch'essi più e meno ferrugginosi, cade l'argomento per considerare paleozoici questi calcari identici a quelli che pure nel bacino della Tara nei dintorni di Grebaljevo non si ha ragione di escludere dal Trias, e che si ricollegano con gli altri della sommità delle alture, per mezzo di una successione di numerosi ed esili straterelli calcarei e marnosi.

Al termine della pianura di Vratlo la Tara attraversa, in una stretta gola, i calcari in grossi banchi che coronano la valle della Plašnica e che in tutti i dintorni di

Fig. 12. — Kolašin e alture triasiche medie de'suoi dintorni.

Kolašin si soprappongono a scisti con piccoli strati calcarei. Sulle falde orientali del Cića sono pure sviluppati i calcari in grossi banchi con i sottostanti straterelli calcarei e argillosi rossi, verdastri, variegati e scuri, a contatto dei quali succedono le roccie eruttive.

Le alture che contornano a nord la valle del Šerogošni sono calcaree e sotto di esse, fra mezzo al solito insieme calcareo scistoso, prendono forte sviluppo le roccie eruttive. Presso la confluenza del Šerogošni con la Tara, si hanno calcari grigiastri e sotto di essi si nota una breve comparsa di scisti scuri e puddinghe silicee del Trias inferiore.

I confini della formazione eruttiva nei dintorni del Goliš si determinano male, rimanendo nascosti sotto rigogliose faggete. La rupe che sporge sulla Tara alla fine settentrionale della valle Šerogošna e che continua oltre il fiume verso SW e il Goliš è calcarea e non eruttiva, e la sua base scistosa segna di nuovo il ritorno agli scisti mal separabili di Werfen, mentre le pendici settentrionali di Goliš sarebbero pure da ascriversi alla *facies* calcarea del Trias medio.

Risalendo invece la Tara da Kolašin verso Lopate, s'incontrano nel primo tratto di strada, puddinghe silicee, arenarie micacee, scisti argillosi e ferrugginosi con intercalazioni di strati di calcare. L'irregolare successione e i ripetuti e forti disturbi stratigrafici spiegano i differenti livelli che rispetto agli scisti più antichi hanno le vette calcaree del Trias medio.

Ad un'ora da Kolašin succedono arenarie calcarifere, scisti e calcari in strati immersi a NE con inclinazione variabile e talora molto forte.

Dopo la confluenza del Rečine nella Tara e presso ai dintorni di Matiševo e Jabuka prevalgono i calcari lamellari e gli scisti ardesiaci, mentre le alture sulla

Fig. 13. — Formazioni triasiche medie presso Lopate. Strati di calcare compatto, soprapposti a scisti argillosi e a straterelli di calcare.

sinistra della Tara sono calcaree per la massima parte, come quelle prospicienti a sud del Kotić.

Questa formazione scistosa — da me segnata sulla carta dove più mi è apparsa evidente — in corrispondenza del bacino inferiore dell'Opašanica e di quello della Veruša, rimane ricoperta da terreni più recenti, per quindi ricomparire notevolmente disturbata e con grossi banchi di calcare intercalati nella regione di Lopate (fig. 13).

In conclusione, considerando la potenza delle formazioni scistose comprendenti anche strati calcarei e le varianti litologiche sommariamente riscontrate a differenti livelli stratigrafici, e insistendo particolarmente sulla diversità di quelle più profonde da quelle soprastanti a contatto con le roccie eruttive o subito sotto ai calcari pure triasici delle cime, il complesso calcareo scistoso più che altrove potente nei dintorni di Kolašin, deve rimanere necessariamente distinto da quello, che, sin-

cronizzato col livello di Werfen, serve di transizione ininterrotta ai più antichi sedimenti del Montenegro.

Trias superiore. — I terreni del Trias superiore rappresentano la parte basale di tutta quella uniforme e monotona serie di calcari, che con rare e insignificanti intercalazioni di roccie scistose e disgregabili, e con un aspetto esteriore poco o punto diverso nelle varie formazioni mesozoiche, costituiscono quasi per intiero tutto il territorio compreso fra la Morača, il Zem e la Veruša.

Il calcare dolomitico bianco che comparisce nel potok di Premići, sull'alto del versante occidentale dei Kuči al di sopra della pianura di Podgorica, è stato dal Vinassa riferito al piano di Esino in base al ritrovamento di:

Gyroporella triasica Schaur.
Diplopora annulata Schaft.
Phasianella confr. *paludinaris* Münst.

Ho già accennato alla posizione che questo affioramento triasico presenta; non avendo in esso trovato fossili che potessero in modo sicuro confermarmi la sua appartenenza al *Muschelkalk*, mi rimetto per questo riferimento triasico a quanto afferma Vinassa, ma la mia convinzione è che ad ogni modo possa piuttosto trattarsi di Trias superiore invece che di medio, tantopiù che anche di recente sia il Tommasi (1) che il Di Stefano (2) hanno constatato forme identiche a quelle di Esino nel piano della Dolomia principale, e che le *Gyroporellae*, non esclusa la *G. triasica*, in luogo di essere proprie del *Muschelkalk* abbondano pure nella Dolomia principale. Il Trias superiore tanto nel paese dei Kuči quanto nelle regioni adiacenti è rappresentato da una potente formazione di calcari per lo più bianchi e grigiastri nelle fratture fresche, e ora subcristallini e saccaroidi, ora più o meno compatti, spatizzati, e spesso magnesiaci fino a diventare vere dolomie. I fossili, sebbene specificamente poco abbondanti, sono tali da comprovare in modo sicuro l'equivalenza di tale formazione alla Dolomia principale (*Hauptdolomit*) e al *Dachsteinkalk* delle Alpi meridionali e orientali; ma siccome si mostrano quasi esclusivamente nella parte più alta della serie non escludono che quei banchi di calcare, talora a struttura zonata e con concrezioni ellittiche meandriformi analoghe alle così dette *Evinospongie* di tanta controversa natura, i quali nella Kostica presso Radec Velje si trovano fra il *Muschelkalk* e il calcare con *Megalodus* e compariscono pure lungo la profondamente incassata mulattiera per Rikavac, possano sincronizzare i calcari di Hallstadt e con *facies* calcarea anche il piano del Raibl. È certo però che nessun fossile da me raccolto nel territorio dei Kuči viene ad attestare la presenza di tali piani, e che tutti i calcari e le dolomie comprese fra il *Muschelkalk* e il Giura sono fra di loro litologicamente analoghi — se si fa eccezione per qualche strato di calcare marnoso interposto fra i calcari magnesiferi fra Čafa Veljee Ricavac — e passano insensibil-

(1) Tommasi A., *Revisione della fauna a molluschi della Dolomia principale di Lombardia.* Palaeontographia italica, vol. IX, Pisa 1903.

(2) Di Stefano G., *Osservazioni geologiche sulla Calabria settentrionale* (pp. 60-61). Memorie del R. Comitato geologico italiano, Roma 1904.

mente gli uni agli altri, senza consentire nemmeno una distinzione petrografica fra la zona inferiore e quella superiore.

In generale può dirsi che nel Montenegro orientale il Trias superiore è rappresentato da una serie di calcari e dolomie, i cui strati hanno un'altezza che varia da pochi centimetri fino ad un metro e che in complesso raggiunge una potenza verticale di più centinaia di metri; con rimarchevole uniformità riproduce anche nell'aspetto ruiniforme del paese che viene a costituire, tutti quei caratteri morfologici che rendono i territorî triasici superiori della regione dinarica analoghi a quelli coevi delle Prealpi lombardo-venete e dell'Italia meridionale. Questa serie, come ripeto, consta nella sua grande massa di calcari dolomitici ricchi di *Megalodus*, i quali,

Fig. 14. — Mutvo jezero, con lo sfondo dei monti triasici calcareo-dolomitici del Monojevo (Alpe Kučka).

con le specie che menziono più avanti, accennano nella loro parte superiore un chiaro passaggio dalla *Hauptdolomit* alpina al calcare del *Dachstein*, e subordinatamente di calcari brecciati, rosati e leggermente marnosi. La loro sovrapposizione al ladinico è evidentissima, ma non altrettanto evidente è il loro limite superiore.

Nelle carte del Tietze e del Hassert il calcare triasico è segnato con una striscia continua lungo la metà dell'interno del Montenegro, ma i suoi confini sono tracciati dagli autori con criterî puramente soggettivi. Il Vinassa propende nel testo a restringere la massa triasica dello Žiovo e ad ammettere il Cretacico nella Kostica, come apparisce pure dallo spaccato a pag. 493 (loc. cit.); ma nella carta pubblicata due anni dopo, estende alquanto — anch'egli senza distinguere piani — lo sviluppo del Trias.

Come ho già avuto occasione di pubblicare, il Trias superiore del paese dei Kuči e della adiacente regione albanese viene invece circoscritto da una linea sinuosa che riunendo le pendici meridionali del Hum Orahovski, del Kunj Kostić e della Maja Linersit in territorio albanese, segna poi ad oriente il limite della Zona scistosa presso Rikavac, Širokar e il Monojevo (fig. 14), e circonda da settentrione ad occidente la massa montuosa dello Žiovo fra Brskut, Strapče, Radeć Velje e Hum Orahovski.

La grande piega ellissoidale dello Žiovo variamente incisa nella Kostica e nel Monojevo, lungo la direzione NNW-SSE del suo asse maggiore, mostra altre pieghe secondarie, pure triasiche, che a guisa di ondulazioni ad ampie curve interrotte qua e là dall'erosione e accidentate dalla denudazione lasciano ancora riconoscere — specialmente se osservate dalla cima dello Žiovo — la primiera forma di territorio modellata dall'orogenesi nelle sue linee fondamentali.

L'immersione degli strati ad occidente della Kostica è a SW e a SSW con inclinazione che oscilla fra 30° e 35°; ad oriente della Kostica invece, lungo l'allineamento montuoso Vila, Čafa Velje, Stitan, l'inclinazione è di poco maggiore a NE, così che l'asse maggiore della piega ellissoidale non passa veramente per la vetta dello Žiovo, ma alquanto ad est di essa. Infine per la continuità della formazione, tutte le principali alture che a ponente della zona scistosa sovrastano l'altipiano dei Kuči, constano di calcari e dolomie in più punti fossiliferi e riferibili ad uno stesso orizzonte.

Lasciati i calcari bianchi, talvolta zonati, che si sovrappongono al *Muschelkalk* di Radeć Velje, si ritrovano a nord dell' Hum Orahovski calcari bianchi con resti indeterminabili di corallari e con traccie di mal conservati bivalvi. I calcari dell'Hum Orahovski sono in evidente continuazione con quelli del Kunj Kostić, dove alternati con esili strati di calcari rossi e brecciati identici a quelli che si possono osservare anche sul Hett (Žiovo) se ne hanno degli altri con *Megalodus* sp. (di piccole dimensioni) e con *Encrinus* cfr. *moniliformis* Mill.. Anche se da Greča per lo Slap ci si dirige verso la Kostica o verso Ibala e Maja Linersit, il terreno oltremodo scosceso e ingombro di abbondanti lavine è uniformemente costituito da calcari a *Megalodus*. Presso Ibala ho trovato inoltre *Natica* cfr. *fastigiata* Stopp. forma di Esino, e *Pecten* sp. pl. simili ad altri che nell'aspra Maja Linersit si trovano insieme con *Megalodus Damesi* Hoerns.

Fra Ibala, dove gli strati fossiliferi sono ancora inclinati ad WSW di 20°, e Maja Linersit, si può agevolmente osservare il grande sviluppo del calcare a *Megalodus*. Maja Linersit in modo particolare permette, con i suoi fianchi squarciati e con la sua poderosa massa calcarea dolomitica interessata da profonde fratture, di esaminare tutta l'imponenza delle sue assise rocciose e delle sue rupi gigantesche. Ad occidente si eleva con fianchi diruti e quasi verticali sopra allo Slap, che fra forti scoscendimenti si precipita nel Cem con salti frequenti e con un pendio di oltre 25°.

A Maja Plunterit l'immersione è a NE e perciò l'asse anticlinale doveva in origine passare fra quest'altura e Ibala.

Nelle alture che separano la Kostica dal territorio scistoso del Montenegro orientale, si osservano ovunque abbondanti calcari dolomitici con *Megalodus* identici a quelli che nell'Appennino romano sono stati riferiti al *Dachstein*. Attraversato però il passo per Rikavac sotto Vila, il calcare non presenta più fossili visibili e discendendo ancora si vede alternare, come ho già accennato, con straterelli marnosi e con calcare roseo brecciato. Gli straterelli marnosi sono per solito molto ridotti e anche presso Čafa Velje si intercalano per un breve tratto ed esilmente col calcare fossilifero. In questa località, dove le alture che segnano un netto displuvio riman-

gono fortemente incise, si può inoltre assai bene osservare il cambiamento nell'immersione degli strati diretti, con poche variazioni locali, da NW a SE.

Tutto il brullo e arido bacino carsico di Kostica (fig. 15) mostra estesissime traccie glaciali, delle quali parlerò più avanti; la sua analogia morfologica e in parte anche litologica con i terreni parimente carsici e accidentati dello Zatrijebac aveva indotto qualche geologo a ritenerlo cretacico, mentre i fossili da me osservati e raccolti provano in modo sicuro l'equivalenza della sua formazione con la *Hauptdolomit* alpina.

In più punti della Kostica e specialmente nei pressi di Kodra e Braki Samarit si hanno calcari che come taluni di quelli dello Žiovo risultano di un vero impasto di *Megalodus* e se la fossilizzazione delle conchiglie fosse avvenuta in modo da non

Fig. 15. — Paesaggio triasico superiore della Kostica, con traccie glaciali.

rendere tanto difficile il loro isolamento, la fauna triasica da me osservata sarebbe più ricca di quanto non appaia.

Le forme distinte a Ibala e nella Kostica si ritrovano pure nelle uniformi assise calcaree dolomitiche dello Žiovo, dove si hanno numerosi individui di:

Megalodus Damesi Hoerns.
Megalodus Gümbeli Stopp. (*Megalodus triqueter* Hoerns pars).
Megalodus, forma intermedia fra il *M. Damesi* e il *M. Tofanae* Hoerns.

Taluna fra le forme di maggiori dimensioni presenta molta analogia col *Megalodus Seccoi* del Bassanese; e non è improbabile che possa essere rappresentato anche il genere *Dicerocardium* in quelle sezioni irregolarmente cuoriformi di conchiglie, grandi fino a quasi cinquanta centimetri di diametro, osservabili sui calcari delle località predette.

Lo Žiovo è un complesso di scoscese e corrose alture e fra di loro divise da numerose fratture e incisioni. Salendo questo monte fino all'estrema sua cresta occidentale si ritrovano costantemente calcari magnesiferi a megalodonti, con frequenti

intercalazioni di calcari brecciati e rosei e di esili straterelli marnosi. È per altro da notare che, mentre la direzione stratigrafica della formazione triasica è prevalentemente NW-SE e WNW-ESE, nello Žiovo invece mi sarebbe risultata in più punti un'immersione a W con una inclinazione poco variabile di 30°. Questa immersione accenna già a quella a NW riscontrabile presso Stapče, al termine settentrionale dell'ellissoide. Nel Monojevo e Zagon gli strati triasici in continuazione diretta di quelli dello Žiovo sono immersi a SW, e nei territorî solitarî e aspramente rocciosi fra il Surdup e Stitan lo stesso calcare a *Megalodus* ha i suoi strati immersi a NE.

Questa grande piega ellissoidale triasica viene avvolta a settentrione e ad occidente dai terreni del Giura, e al suo termine meridionale rimane a contatto con la formazione cretacica, la quale strettamente ripiegata viene ad urtare contro di essa dopo avere impigliati, come spiegherò meglio più avanti, lembi di *flysch* eocenico. Le estesissime formazioni glaciali a sud ovest dello Žiovo nascondono il confine fra il Trias e il Giura, cosicchè non si può nemmeno constatare, se sul Trias superiore del sistema dello Žiovo, il Giura si sovrapponga o no mediante l'interposizione di un calcare a piccoli *Megalodus*, specialmente sviluppato nel territorio di Strapče. E nemmeno mi risulta la presenza di questo calcare ad oriente del grande affioramento triasico in parola, perchè il *flysch* eocenico addensandosi contro il suo fianco orientale ricopre pure quegli strati giuresi e cretacei, che affiorano poi sulle prospicienti alture del Maglić e della Crna planina.

Nel calcare che nei dintorni di Strapče si trova fra quello dello Žiovo e quello a ellipsactinie titoniane, propenderei a ravvisare anche per la sua posizione un rappresentante del piano retico, tantopiù che anche il Tietze, in base ai ritrovamenti dell'Höfer [1] e Vinassa per osservazioni proprie, hanno riferito a detto piano il calcare analogo del Dugi Do presso Nieguš, nella catena costiera. I megalodonti di questi calcari sono costantemente di piccole dimensioni, non superano mai il massimo diametro di quattro e cinque centimetri, e per la loro forma non si potrebbero determinare che come *Megalodus Damesi* Hoerns, se pure nella costanza delle loro dimensioni alquanto più piccole di quelle del tipico *M. Damesi* non si debba riconoscere un carattere specifico nuovo.

Abbiamo già affermato che i calcari grigi e bianchi della vetta della Planinica e del Kom — per quanto apparentemente di età mal sicura — debbono con tutta probabilità ascriversi al Trias superiore. Infatti, in tali calcari biancastri si hanno frequenti traccie di fossili limonitizzati, poco diverse da quelle che molto meno tinte dall'idrossido di ferro ho pure osservato nei calcari con *Megalodus* della Kostica.

Le osservazioni stratigrafiche sulle vette del Kom si fanno male, perchè numerosi piani di frattura, perfino verticali, rendono difficile il riconoscimento degli strati, ma con ripetute osservazioni e misure ho potuto constatare che nella vetta del Kom Vasojeviči si ha un'inclinazione di 30°-35° a NE e nel Kom Kuči di 25° a SW, così che l'originaria disposizione domiforme della sommità del monte, ora spaccato nel mezzo da una profonda e larga incisione, non può mettersi in dubbio.

[1] Cfr. Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, pag. 68, Wien 1872.

Riepilogando, la serie triasica superiore nel territorio dei Kuči, mostra dall'alto al basso la seguente successione:

a) Calcari con piccoli megalodonti.

b) Calcari e dolomie con *Megalodus* di grandi e medie dimensioni e con rare alternanze di calcari rosei e brecciati.

c) Calcari compatti e calcari magnesiferi poveri di fossili (*Megalodus*, *Encrinus*, ecc.) e con rare alternanze di calcari rosei, brecciati e di straterelli marnosi.

d) Calcari spesso magnesiferi, privi di fossili, talvolta zonati e concrezionati, con scarse traccie di corallarî.

Forse il termine *d*) potrebbe equivalere al Raibl, oppure ai calcari di Hallstadt, ma mi sembrerebbe più consono allo stato di fatto il suo collegamento al piano della dolomia principale alpina, a cui indubbiamente corrispondono anche i termini c) e *b*).

Data la scarsità dei fossili nella precitata serie litologica, mi sembra azzardata una suddivisione in orizzonti, tantopiù che nemmeno una ben marcata distinzione petrografica sarebbe in essa possibile; ma dopo aver constatata la presenza di forme del *Dachstein* nei calcari dello Žiovo, l'appartenenza al Retico di quelli a piccoli megalodonti che a Strapče segnano il termine superiore della serie triasica, può considerarsi come sicura.

Formazioni giuresi.

Il riconoscimento del Giura è stato, dal Baldacci pel primo, fondato principalmente sulla presenza di calcari ad ellipsactinidi. Le *ellipsactiniae* raccolte vennero determinate dal Canavari come appartenenti a specie titoniane, ed il Baldacci, intuendo la notevole estensione di tali calcari, sarebbe giunto perfino ad ammettere — forse esageratamente — che nel Montenegro il Giura non manchi mai fra i calcari del Trias e quelli della Creta. Le idee del Baldacci sono invece combattute dal Hassert, che per altro ne tiene conto nella compilazione della carta.

Vinassa, che nel suo lavoro sosteneva le vedute del Baldacci, dopo avere osservate delle ellipsactinie, analoghe a quelle del Montenegro, in calcari dell'Italia meridionale ritenuti cretacei, propende ora a riferire alla Creta i calcari ad ellipsactinie del Montenegro ([1]).

Le notizie che oggi si hanno sulla diffusione e sviluppo del Giura nell'intera regione dinarica, sono purtroppo molto scarse, e sebbene talune di queste poche non siano state ancora confermate, pure i rinvenimenti di calcari ammonitiferi liasici fatti in Erzegovina dal Bittner ([2]), i calcari ad aptici giuresi citati dal Mojsisovics ([3])

([1]) Vinassa de Regny P. E. Cfr. Resoconti dell'Adunanza generale di Tolmezzo. Boll. Soc. geol. ital., vol. XXIV. Roma, 1905.

([2]) Bittner A., *Neue Einsendungen von Petrefacten aus Bosnien*. Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, Wien, 1885.

([3]) Mojsisovics E., *Grundlinien der Geologie von Westbosnien*. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, n. 5. Wien, 1880.

per la Bosnia e quelli a brachiopodi oolitici del Montenegro occidentale e meridionale da me illustrati ([1]), mal si conciliano con la supposizione del Neumayr sulla continentalità nei tempi giurasici dell'intera parte nord-occidentale della penisola balcanica.

Il Katzer, nella sua già citata guida geologica della Bosnia ed Erzegovina, ammette in tali regioni comparse sporadiche di Lias, e contro uno sviluppo assai lieve del Dogger una diffusione assai considerevole dei più recenti livelli del Giura in trasgressione sul Trias; e riferimenti al titonico vennero fatti pure dallo Cvijić ([2]), nella stessa regione, seguendo il concetto corrente sull'età dei calcari ad ellipsactinie.

Non credo necessario di dover ripetere i capisaldi della questione tanto controversa a proposito del valore stratigrafico della ellipsactinie; e siccome sembra provato che esse, in luogo di ritrovarsi ad un livello costante, compariscono non solo in frammenti rimaneggiati ma anche in posto nelle formazioni cretaciche, è giusto che venga loro negato il preteso valore di fossili caratteristici, e che per conseguenza la loro età debba giudicarsi a seconda della loro locale posizione stratigrafica e in modo particolare a seconda delle altre forme fossili con le quali si accompagnano. Sarebbe infatti contrario all'indole investigatrice della nostra scienza, escludere *a priori* l'appartenenza ad una *facies* coralligena del Giura superiore di non pochi calcari ad ellipsactinie del Montenegro, solo perchè ormai si sono notati tanti fatti e raccolti tanti elementi, da dimostrare in modo palese che in talune località calcari analoghi appartengono al Cretacico.

Ricordo solo al riguardo e per esempio che quei calcari ad *Ellipsactinia* della Calabria ritenuti titonici dal Cortese ([3]), vennero di recente riferiti alla Creta superiore dal Di Stefano ([4]), il quale per altro, d'accordo col Bassani ([5]) e col De Lorenzo ([6]), ammette che nell'Italia meridionale i su ricordati idrozoari salgano dal Giura superiore fin nel Cretacico superiore ([7]); ed anzi, non volendo negare il valore cronologico delle forme fossili degli strati di Stramberg citate da Oppenheim ([8]) — il quale a sua volta considera i calcari di Capri e in generale quelli con ellipsactinidi della regione mediterranea come depositi coralligeni sincroni appunto di quelli di

([1]) Martelli A., *Nuovi studi sul Mesozoico montenegrino. 2° L'oolite inferiore nella catena costiera del Montenegro.* l. c.

([2]) Cvijić J., *Morfologische und glaciale Studien aus Bosnien, der Ercegovina und Montenegro,* loc. cit., pag. 34.

([3]) Cortese E., *Descrizione geologica della Calabria.* Memorie del R. Comitato Geologico, Roma, 1895.

([4]) Di Stefano G., *Osservazioni geologiche nella Calabria settentrionale* ecc. loc. cit.; Roma, 1904.

([5]) Bassani F., *Il calcare a Nerinee di Pignataro maggiore in provincia di Caserta.* Rendiconti dell'Accademia di Scienze di Napoli, vol. III, 1890.

([6]) De Lorenzo G., *Studi di geologia nell'Appennino meridionale.* Atti dell'Accademia di Scienze di Napoli, vol. VIII, 1896.

([7]) Di Stefano G., *Il Malm in Calabria.* Rivista italiana di Paleontologia, 1900.

([8]) Oppenheim P., *Ueber das Alter des Ellips. kalkes in alp. Europa.* Zeischrift der deutsch. geolog. Gesellschaft. Berlin, 1891. — *Neue Fossilfunde auf Capri.* Ibid., 1897. — *Die Geologie der Insel Capri.* Ibid., 1900.

Stramberg e depositati tanto alla fine del Giura che al principio della Creta nel calcare ad ellipsactinia e a *Toucasia* (¹) di Capri — esprime l'opinione che esse siano propriamente di origine titonica, ma che vi si ritrovino, perchè tali calcari con fossili indubbiamente cretacei sarebbero formati pure a spese di preesistenti depositi titonici. Il Parona stesso (²) recentemente ha dovuto modificare la già espressa opinione sull'età cretacica dei calcari superiori ad ellipsactinie, ammettendo — in seguito ad ulteriori rinvenimenti di varie specie del Titoniano — che la serie di quei calcari possa in parte riferirsi a questo piano.

Il richiamo alla questione cronologica delle ellipsactinie, specialmente nell'Italia meridionale dove la formazione mesozoica superiore ha pure analogie non trascurabili con la corrispondente d'oltre Adriatico, non è stato da me ritenuto inutile per attestare la dovuta cautela e ponderatezza da parte mia nel riferimento al Giura di molti calcari, che, come or ora vedremo, contengono anche ellipsactinie e che di solito si trovano compresi tra il *Dachsteinkalk* che li sorregge e le masse cretaciche che li sormontano, senza però per verità che sia possibile da quest'ultime una netta demarcazione.

Baldacci, Hassert e Vinassa hanno constatato calcari con ellipsactinie in masse isolate, quasi a comprovarne la formazione di scogliera; ma lo scrivente ne ha notato lo sviluppo anche in zone continue a guisa di parziali cinture coralligene intorno a masse emerse di terreni più antichi, come a nord-ovest dello Žiovo. Siccome la formazione giurese non assume una parte autonoma nell'edificio montuoso, così risalta ben poco nell'orografia montenegrina, se forse si fa eccezione pel territorio della Krajna nel Montenegro meridionale, dove si presenta con caratteri paleontologici e geologici ben sicuri e tali da offrire, nei loro livelli più alti, validi termini di paragone con quella del paese di Kuči e Bratonožići, da me distinta nella carta come giurese superiore.

I confini fra il *Dachsteinkalk* e il giurese sono per solito difficilmente rilevabili; tuttavia, avendo seguito la successione sedimentaria fra detti terreni, ho constatato che esiste lieve discordanza fra il Trias superiore e il neomesozoico in relazione al periodo di subsidenza, a cui durante i tempi liasici questi territorî sarebbero andati soggetti.

La cattiva conservazione dei fossili macroscopici contenuti di frequente nei calcari che segnano il passaggio dal Trias alla Creta superiore, ostacola non solo una distinzione in orizzonti, ma talvolta anche una demarcazione fra il sistema cretacico e il giurese, già abbastanza confusi in un identico carattere litologico. Perciò i limiti del Giura saranno suscettibili di ulteriori correzioni; ma anche nei rilievi di dettaglio, il determinare con sufficiente approssimazione i desiderati confini, causerà sempre un serio imbarazzo.

Agli strati a piccoli megalodonti della regione di Strapče a NW dello Žiovo, succedono direttamente verso la Mala Rijeka calcari grigiastri subsaccaroidi con *Elli-*

(¹) Parona C. F., *Sulla presenza dei calcari a Toucasia carinata nell'isola di Capri.* Rendiconti della R. Accad. dei Lincei, vol. XIII, ser. 5ª, fasc. 4°. Roma, 1904.

(²) Parona C. F., *Nuove osservazioni sulla Fauna dei calcari con le Ellipsactinidi dell'isola di Capri.* Rendic. della R. Accad. dei Lincei, vol XIV, ser. 5ª, fasc. 2°. Roma, 1905.

psactinia, i quali mostrano una non piccola potenza verticale, giacchè, cominciando a comparire presso allo sbocco del torrente Brskut nella stretta e profondissima Gola della Mala Rijeka a circa 700 m. sul livello del mare, raggiungono a sud le case di Strapče (1275 m.) e ad occidente il Vjeternik (1284 m.) costituendo così la rupe media e superiore dell'angusto *cañon* (fig. 16), che disgiunge come un'immensa spaccatura il paese dei Kuči propriamente detto da quello non meno arido e desolantemente carsico dei Bratonožići. Il calcare ad ellipsactinie del Vjeternik è la diretta continuazione di quello di Strapče; a settentrione sporge dai dintorni di Firunjačka glavica a quelli di Brskut, ed estendendosi quindi verso sud comprende da Strapče fino oltre

Fig. 16. — Forra della Mala Rijeka fra Strapče e il Vjeternik.

Kržanje i territorî carsici sulla sinistra della Mala Rijeka. Il limite fra il Trias dello Žiovo e questa formazione segue appunto a sud di Strapče una direzione quasi meridiana, e nei pressi orientali di Kržanje viene ad essere nascosto dalle sviluppatissime formazioni glaciali del fianco meridionale dello Žiovo.

Quanto il calcare, che ritengo giurese per le considerazioni che aggiungerò fra poco, possa estendersi a sud-est di Kržanje, non potrei dire con sicurezza; ma giudicando dal predominio che i calcari con fossili cretacei hanno tutto all'intorno del bacino di Orahovo, credo probabile che esso vada a scomparire con i suoi banchi sotto a quelli cretacei, ma litologicamente identici, che costituiscono le alture di Stražica.

Il Vjeternik, secondo pure le osservazioni di Vinassa, risulta di un anticlinale e più precisamente di una cupola di calcare giurese con forte inclinazione a NNE verso Jablan di pochi gradi maggiore a quella di 30° a SSW, che si riscontra nell'opposto versante.

Raccolsi nei calcari del Vjeternik i fossili, che, salvo il primo, vi furono citati pure dal Vinassa:

Sphaeractinia Steinmanni Canav.
Sphaeractinia sp.
Ellipsactinia ellypsoidea Steinm.
Ellipsactinia sp.
Placosmilia sp.

Anche i calcari di Strapče contengono le stesse specie e siccome sono immersi a NNW e si ripresentano sulle pendici orientali del Vjeternik con una immersione

Fig. 17. — Peljev Brijeg nei Bratonožići.
(Calcari del Titonico).

a SSE, è evidente che essi costituiscono una sinclinale interposta fra l'ellissoide dello Žiovo e il Vjeternik.

Da Strapče fino a Kržanje ed oltre, e dal Vjeternik fino a tutto il territorio di Peljev Brijeg (fig. 17) fra la Mala Rijeka e la Morača, alle ellipsactinie si associano e succedono spesso numerosi gasteropodi compenetrati nel calcare, in modo da originare tenaci lumachelle.

Gasteropodi abbondano pure nei terreni cretacei del Montenegro, e se non sono sempre determinabili se ne arguisce parimenti l'età pel fatto che si trovano associati a *Chamidae* e a *Rudistae*, mentre nei terreni da me ascritti al Giura si accompagnano quasi sempre o per lo meno si alternano con banchi di calcare coralligeno e ricco delle predette forme di idrozoi, ritenute, se non caratteristiche, certo prevalenti nel Titonico mediterraneo.

In particolare lungo la via fra Strapče e Kržanje e saltuariamente fra i dintorni occidentali di Kržanje e quelli di Peljev Brijeg, il calcare bianco ceroide appare spesso come una lumachella compatta nella quale si trovano cementati fortemente esemplari completi e frammenti. I fossili si isolano malissimo, e sotto allo

scalpello e ai colpi di martello si spezzano insieme con la roccia; nemmeno la calcinazione dà buoni risultati, poichè i fossili divengono con essa altrettanto fragili quanto la stessa roccia, e quindi fra i numerosissimi individui di gasteropodi malamente studiabili ho solo potuto riconoscere forme di:

Nerinea nodosa Voltz.
Nerinea sp.
Itieria sp.
Ptygmatis sp.
Amberleya sp.

Ora, è noto che la *Nerinea nodosa* venne citata solo nei piani del Giura superiore e mai nel Cretacico, e che il genere *Amberleya* non è di certo più recente del Giurasico; e così, se si tiene conto pure non solo dell'associazione di queste forme con specie di idrozoi che nella regione mediterranea sono frequentissime nel Titonico, ma anche della posizione di questi calcari, sottostanti ai livelli più bassi del Cretacico, il riferimento loro al Giura superiore non può per parte mia mettersi in forse.

La *facies* coralligena di questi calcari viene frequentemente confermata tanto nel territorio dei Bratonožići, quanto nei dintorni di Kržanje non solo dalle abbondanti ellipsactinidi appartenenti alle specie predette, ma anche da polipai che ripetono i caratteri generici e specifici di quelli dei calcari giuresi delle Alpi Marittime, illustrati dal Koby (1). Tra le forme di meno difficile determinazione, ricordo:

Thecosmilia Kiliani Kob. del Portlandiano.
Dermoseris sp.
Calamophyllia confr. *Tomesi* Kob. del Bajociano.
Stylosmilia sp.

Lungo la strada a serpentina che raggiunge e sorpassa il Vjeternik proveniendo da Jablan dopo aver lasciato i calcari cretacei delle pendici, si possono raccogliere begli esemplari di ellipsactinidi e di corallari, come quelli che di continuo si ritrovano discendendo verso ed oltre Peljev Brijeg.

Riguardo alla tectonica di questa località mi risulterebbe che la stratigrafia accenna ad una sinclinale fra il Vjeternik e Rujevačka glavica, così che Peljev Brijeg in luogo di trovarsi, come si è detto pel passato, nel mezzo di una sinclinale, si troverebbe piuttosto nel mezzo di un *polje* di erosione, tant'è vero che sopra a Peljev Brijeg gli strati sono inclinati a NE, mentre molto più avanti a mezzogiorno si osserva un'immersione verso occidente con la quale gli strati giuresi rimangono ricoperti dai calcari cretacei.

La formazione in discorso è disturbata da ripetute ondulazioni superficiali, ma solo nell'anticlinale del Vjeternik l'inclinazione stratigrafica appare alquanto forte; ed essa unitamente con quella che si ritrova da Klopot in avanti, fra le gole della

(1) Koby F., *Sur les polypiers Jurasiques des environs de St. Vallier de Thiey*. Boll. de la Soc. Géol. de France, 4e sér., tom. II, pag. 847, année 1902.

Mala Rijeka e della Morača, dà luogo ad un lembo caratteristico di altipiano carsico con declivio verso sud-ovest.

Le strette corrispondenze geotectoniche fra i terreni della destra e della sinistra della Mala Rijeka escluderebbero, a parer mio, che la sinuosa ed angusta forra che li solca sia dovuta ad una serie di faglie invece che alla secolare erosione delle acque correnti, favorita dai numerosi piani di frattura che interessano le sue rupi; ed infatti, invece di traccie di rigetti, si osservano, particolarmente fra Seoštica e Strapče, dove la gola è più stretta, nette interruzioni nel complesso degli strati calcarei, i quali sulle sommità delle due sponde ad un'altitudine presso che uguale presentano identità di forme fossili e analogo andamento stratigrafico, così che anche il territorio fra Strapče e Kržanje sarebbe nelle linee generali poco dissimile da quello dei dintorni di Peljev Brijeg, se la prossimità delle moli calcaree dello Žiovo, le azioni glaciali e le culture non contribuissero a renderne un poco più variato il paesaggio.

Degni di menzione sono presso Kržanje dei piccoli giacimenti di ematite compresi fra gli strati di calcare.

Discendendo ancora dall'altipiano, passando cioè dai dintorni di Kržanje a quelli che fanno parte dei fertili bacini — ricolmi di depositi di dilavamento — di Ubli e di Orahovo, è il sistema cretacico quello che prende il predominio nella costituzione geologica del paese.

Formazioni cretaciche.

Le formazioni cretaciche del Montenegro constano principalmente di quegli stessi calcari a *Chamaceae* che discendendo dalle Alpi orientali lungo il littorale adriatico e Jonico fino alla Morea, trovano spesso riscontro nel versante sud-orientale dell'Appennino. Sebbene ottimi studî abbiano illustrato non poche delle regioni cretaciche del bacino Adriatico, pure tanto per la difficoltà di trarre partito dalle numerose ma raramente ben conservate faune cretaciche, quanto per l'impossibilità di esatte osservazioni stratigrafiche nella serie omogenea dei calcari, non si è giunti ancora a dati sicuri per smembrare esattamente il sistema cretacico ne' suoi principali piani. Quella stessa costanza di *facies* che nel Montenegro facilita in certo qual modo la distinzione della Creta dagli altri terreni, ostacola seriamente anche i tentativi di chi avendo la possibilità di compiere una minuziosa, lunga e sistematica raccolta, volesse pervenire ad una valida divisione stratigrafica.

Nessun terreno è nella penisola balcanica più fossilifero del Cretacico; ma disgraziamente i fossili che non di rado costituiscono per lunghi tratti delle ricche e tenaci lumachelle, aderiscono così intimamente ai calcari che nemmeno con la calcinazione parziale si giunge ad isolarli, e quelli che per degradazione sporgono sulla superficie della roccia sono per solito così mal conservati che il loro riferimento specifico rimane spesso dubbioso, e quindi indeterminato anche il loro orizzonte.

Certo è che il Cretacico montenegrino in diretta correlazione con quello dalmata-erzegovese e greco, mostra strette analogie morfologiche e faunistiche con quello dell'Italia meridionale, solo distinguendosi dal Cretacico delle Murge pugliesi — orograficamente caratterizzato da ampie pieghe a guisa di vaste ondulazioni — per una maggiore e più complessa dislocazione delle sue masse stratificate. In altri termini, i raffronti generali esteriori fra la Creta del Montenegro e quella dell'Italia meridionale condurrebbero a constatare maggiori concomitanze morfologiche con i terreni calcarei cretacei del sistema appenninico propriamente detto, anzichè con quelli del sistema — che taluno volle distinto — apulo-garganico, quantunque del tutto simili o quasi ne risultino i caratteri litologici e paleontologici della formazione. Giacchè dunque uno stesso mare cretacico si distendeva contemporaneamente su estese zone dell'attuale bacino adriatico ed elevava le proprie acque su di un altofondo poco accidentato, che favoriva nello stesso modo e per grandi distanze i sedimenti pelagici e gli accantonamenti di una moltitudine di lamellibranchiati e di gasteropodi le cui specie non sopravvissero all'alba dei tempi terziarî, si potrà distinguere quali piani fra i principali del sistema cretacico si trovino sviluppati nel Montenegro, basandosi su confronti con i terreni coevi meglio conosciuti del bacino adriatico.

Tenendo conto di un postulato paleontologico secondo il quale talune delle famiglie delle *Chamaceae* possono da sole designare le divisioni principali della Creta, e cioè le Toucasie il Cretacico inferiore, le Caprinidi il medio e le Rudiste il superiore, verrà in parte facilitata la determinazione dell'età dei varî terreni che passeremo rapidamente in rassegna; e dico solo in parte perchè dai lenti ma continui progressi nello studio dei calcari a camacee è risultato che il genere *Toucasia* invece di caratterizzare l'infracretaceo si estende anche al Cenomaniano [1] in modo simile per quanto avviene per le *Requieniae* e per le *Monopleurae*, le quali ultime persisterebbero più oltre ancora fino alla Creta superiore [2].

I calcari della Creta del Montenegro variano localmente per compattezza e per aspetto. In generale il colore è biancastro o ceroide, la frattura è di rado concoide e quasi sempre irregolare. Al pari di quelli dalmati, greci e italiani, sono ora subcristallini, dolomitici e attraversati da numerose leptoclasi e druse di calcite; ora sono più o meno compatti, brecciati e cavernosi.

Per lo più si nota una maggiore cavernosità in quelli degli orizzonti a rudiste, mentre più compatti e subcristallini sembrano quelli inferiori.

È precipuamente in questa formazione che il Cem, e, in parte minore, la Mala Rijeka e la Morača, favoriti da una complessa serie di fratture negli strati cretacici hanno praticato le loro forre e che in rapporto alle condizioni favorevoli della stratigrafia e delle vicende climatiche l'erosione delle acque sotterranee e superficiali ha prodotto polje e doline d'insolite dimensioni.

Nel bacino inferiore della Mala Rijeka e in qualche altra località della parte occidentale dell'altipiano dei Kuči, ai più recenti calcari titonici succedono in serie ascendente quelli degli strati più profondi del Cretacico, senza che fra di essi esista

[1] Cfr. Di Stefano G., *Osservazioni geologiche sulla Calabria*, loc. cit., pagg. 73, 74.

[2] Cfr. Futterer C., *Die Gliederung der oberen Kreide in Friaul.* Sitzungsb. der k. pr. Akad. der Wissensch. zu Berlin. Bd. XL, pagg. 848, 849 (October 1893).

una palese differenza litologica o sia attuabile una distinzione qualsiasi basata su caratteri paleontologici. Da questo stato di fatto deriva evidente l'impossibilità di stabilire, nella parte del Montenegro qui presa ad esaminare, un limite deciso fra Giura e Creta, conforme a quanto si verifica pure nella massima parte del bacino mediterraneo. Spiccata invece è la trasgressione fra Creta e Trias dove manca il Giura.

Ai calcari senza fossili si soprappone un primo orizzonte fossilifero a Camacee e Gasteropodi. Per quanto possa essere incompleta la serie da me rilevata e dubbiosa la corrispondenza con le isopiche formazioni di altre località circumadriatiche, la presenza dell'infracreta viene avvalorata dai calcari con *Toucasia carinata* sormontanti i livelli più bassi del Cretacico della Mala Rijeka, della parte centrale dei Trijepši e del Cem presso Skala Smedeč.

Nelle stesse località mi sembra poi ammissibile anche la distinzione dell'orizzonte successivo, ben caratterizzato per la sua posizione stratigrafica e per l'associazione di caprinidi, apricardie e toucasie di quasi certa spettanza al Cenomaniano.

I calcari con rudiste sono più dei precedenti diffusi e potenti in tutto il resto della regione segnata Cretacica sulla carta. Fra di essi conviene frattanto tener distinti quelli inferiori, che talvolta abbondano quasi esclusivamente di piccole *rudistae* e *chamidae*, associate con gasteropodi e non di rado pure con corallari fino ad imprimere alla formazione una marcatissima *facies* coralligena, e che rappresentano nel loro complesso i membri più bassi del *Rudistenkalk* propriamente detto e quindi della Creta superiore. E distinti pure debbono rimanere quelli che con una ricca fauna di rudiste, in prevalenza ippuriti di svariate dimensioni, succedono direttamente ai predetti inferiori, mostrando in più luoghi la loro sicura appartenenza al Turoniano.

Con passaggi insensibili, all'ippuritico turoniano succedono presso la pianura di Podgorica e probabilmente pure presso all'inizio del versante pontico, i calcari a grosse rudiste, i quali, oltre al rappresentare localmente la sommità del *Rudistenkalk*, mostrano un aggruppamento di forme fossili già riferito al Senoniano in altre regioni del bacino mediterraneo.

Accennate per sommi capi le caratteristiche fondamentali riscontrabili nei livelli inferiori medî e superiori della serie cretacica montenegrina, passiamo ad esaminarne con più dettaglio lo sviluppo e l'importanza nelle varie regioni comprese nella prima parte di questa Memoria. Dato il carattere petrografico poco o punto differenziato in tutto il sistema, il descrivere in gruppi separati le formazioni del piano inferiore, medio e superiore della Creta, le quali compariscono in più e diverse località del Montenegro orientale, riuscirebbe troppo artificiale e confuso; per maggiore chiarezza e a scanso di ripetizioni soverchie, conviene quindi di passare senz'altro alla parte che concerne la distribuzione di queste formazioni, tanto più che in fondo al capitolo viene riportata una tabella riassuntiva sulla distribuzione approssimativa dei summentovati orizzonti locali, messi a confronto con quelli della serie generale dei piani.

Il Cretacico nella parte occidentale dell'altipiano dei Kuči. — Nel prossimo paragrafo sulla Creta della regione montenegrina del Cem, accennerò pure alle formazioni cretaciche dello Zatrijebac meridionale (Trijepši) a confine con l'Albania, poichè per maggior chiarezza reputo conveniente di occuparmi prima di quelle, che, ad ovest

della linea Klopot-Orahovo e comprese fra la Morača, la pianura di Podgorica e la regione di confine albanese, tanto predominio prendono nella costituzione della parte occidentale dell'altipiano dei Kuči.

Con le alture cretaciche della Kakarička gora s'inizia il carsico territorio in parola, e sebbene molto uniforme risulti la costituzione calcarea di quest'asprissimo ed arido fianco di altipiano, varie ed intense modificazioni superficiali hanno su di esso prodotto le azioni chimico-meccaniche degli agenti esterni. Sia imprendendo a salire per la via di Premići o per quella di Medun, e sia pure risalendo la riva sinistra della Morača fino a Bioče e la riva destra della Ribnica verso il confine, si ha solo luogo di constatare la perfetta corrispondenza geologica della Kakarička gora e del Mosor con la grande massa cretacica e riccamente fossilifera della valle della Zeta.

I tagli naturali operati dalla Ribnica bastano, per quanto di poca altezza, a far constatare la moderata inclinazione degli strati, i quali con irregolari ondulazioni superficiali, rimangono interrotti specialmente lungo le anse della Ribnica, mostrando al di sopra del torrente e della pianura le proprie testate con prevalente immersione a NNE; ma inoltrandosi su pel roccioso e squallido pendìo, nei canaloni che di frequente solcano la Kakarička gora, una nuova immersione stratigrafica a SW avverte che all'anticlinale parzialmente erosa e interrotta sulla Ribnica, un'altra piccola ne segue finchè nella vallecola d'erosione, al di sotto delle alture di Fundina, non si ritrova ancora l'immersione a NE, comune pure alla formazione triasica dei dintorni di Premići e di Gur i Mehemed, compresa fra due ripiegamenti cretacei. Questi alla loro volta, come spiegherò più avanti, hanno impigliato nelle loro ripetute flessioni dei lembi di *flysch* eocenico.

La Kakarička gora già riconosciuta come cretacica dal Tiezte e dal Hassert, presentò al Vinassa delle rassomiglianze con talune formazioni retiche del Monte Pisano; ma l'abbondanza dei fossili peculiari della Creta confermano in modo assoluto che tutti i calcari compatti o cavernosi che costituiscono la Kakarička gora, fino alle comparse del *flysch* e della dolomia bianca di Premići, appartengono alla Creta. Infatti dalla pianura di Podgorica fino alle alture di Fundina, a quelle dei dintorni di Medun e alle imponenti rupi di Vjetros, eccezione fatta per le scarse traccie di terra rossa che qua e là favoriscono una stentata vegetazione di rovi e quercioli, è sempre il calcare a rudiste quello sul quale si cammina.

Non mi riuscì nè di trovare fossili nè di poter isolare i migliori esemplari di rudiste che si mostrano quasi ad ogni passo sulle superfici corrose dei calcari. Per mala ventura, i fossili raccolti sono pochi e mal conservati, perchè solo parzialmente denudati sulle superfici di campioni di roccia.

Le *Hippurites* e le *Sphaerulites* abbondano ovunque, e fra di esse ho potuto riconoscere forme confrontabili con la *H. Laupeirusei* Golf. *H. variabilis* Mun. Chal. *Sph. angeiodes* d'Orb. *Sph. Sauvagesi* d'Orb. senza però giungere ancora a determinazioni sicure.

Non perchè io propenda ad attribuire molta importanza a queste vaghe determinazioni, ma per le perfette identità litologiche e faunistiche con le più alte formazioni cretaciche del littorale e delle isole dalmate, ritengo che il calcare a rudiste della Kakarička gora e del Mosor debba sicuramente appartenere al Cretacico superiore.

Un'esatta determinazione del piano riesce difficile perchè difettano dati paleontologici caratteristici e perchè sull'età del *Rudistenkalk* nella parte orientale del bacino adriatico nemmeno i geologi austriaci si trovano d'accordo. Se lo studio dei terreni cretacei del Karst e della Dalmazia non fosse progredito negli ultimi anni, seguendo il Hauer ([1]) che distingue in dette regioni il Neucomiano con *Caprotina Lonsdalei* alla base, e il Turoniano col *Rudistenkalk* superiormente, si potrebbero senz'altro riferire a quest'ultimo piano i calcari della Kakarička gora, tanto più che anche il Neumayr ([2]) nella divisione del Cretacico mediterraneo assegnerebbe al Turoniano i calcari con Rudiste, mettendo in risalto l'importanza grandissima della distribuzione di questi fossili, rari nel Cretacico inferiore e straordinariamente abbondanti nel superiore, per poi scomparire quasi all'improvviso sulla fine del Cretacico stesso.

Ma se il calcare a rudiste ha tanto valore da servire, come i fossili caratteristici, da orientamento nelle poderose masse calcaree della regione mediterranea, non ha certo un'estensione così limitata da giustificare l'appartenenza ad un piano piuttosto che ad un altro. Lo Stache infatti, nel suo studio sul piano liburnico e i suoi limiti ([3]), distingue secondo l'aggruppamento delle specie, il *Rudistenkalk* turoniano da quello senoniano; e a seconda delle forme di rudiste fossilizzate nei varî strati di calcare venne, per merito d'insigni geologi, riconosciuta la comune presenza del Senoniano nelle formazioni di calcari a rudiste dell'Italia meridionale, che già abbiamo detto aver tante identità con quelle corrispondenti del Montenegro. Del resto anche nei recenti rilevamenti geologici fatti in Dalmazia, autori austriaci hanno indicato in più località formazioni sincrone con quelle italiane, e infatti anche i campioni di roccie appartenenti alla parte superiore della serie cretacica e da me raccolti tanto in Dalmazia che in Montenegro e in Albania, contengono fossili simili a quelli dei calcari turoniani e dordoniani dell'Appennino meridionale e delle Puglie.

Non dimenticando che nella Kakarička gora i calcari bianchi cristallini con *Hippurites* sp. — i quali fra Premići e Medun rappresentano i termini più profondi della locale serie cretacica — i calcari compatti più degli altri ricchi di fossili e quelli superiori più cavernosi dànno luogo ad una pila di strati di potenza mal calcolabile ma di certo piuttosto rilevante, non si può escludere che essi non risultino pure di sedimenti senoniani; ed è quindi naturale la mia contrarietà a suddividere in piani, calcari così faunisticamente simili da confondersi fra di loro e la tendenza a limitarmi ad affermazioni più generali ma sicure, quando, come in questo caso, difettano gli elementi necessari per specializzare ulteriormente. Per tali ragioni ho segnato nella carta i terreni del Cretacico superiore senza distinzioni di sottopiani, anche se l'orizzonte esclusivamente Turoniano di certe località poteva sembrare indiscutibile.

Il Potok di Premići mette allo scoperto non solo la dolomia triasica citata dal Vinassa, ma anche dei bianchi calcari subcristallini, con *Hippurites* sp. e scarse turricolate, fra i quali trovansi impigliati scisti arenaceo-argillosi dell'Eocene superiore.

([1]) Hauer F., *Die Geologie und ihre Andwendung auf die Kenntniss des Bodenbeschaft fenheit der Oesterr. Ungar. Monarchie,* pag. 505. Wien, 1878.

([2]) Neumayr M., *Erdgeschichte.* Bd. II, pag. 370. Wien, 1895.

([3]) Stache G., *Die liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte,* Abhandl. der k. k. geolog. Reichsanst. Bd. XIII, Wien 1889.

Ad occidente del Helm (m. 989) subito sotto la diruta cima costituita da calcari a rudiste, gli strati cretacei hanno un'inclinazione a NNE di 25° e rimangono bruscamente interrotti tra mezzo a lembi di *flysch*, taluno dei quali viene in parte ricoperto da una coltre di detriti rocciosi.

Calcari a rudiste e a piccoli e rari gasteropodi d'impossibile determinazione si prolungano dalla vetta del Helm verso lo Zatrijbac e Orahovo, e quindi la sommità erosa del rovesciato anticlinale triasico non si trova a costituire l'altura più eminente dei dintorni di Fundina, ma sibbene, fra calcari con *Hippurites* e il *flysch*, sporge fra Premići e Gur i Mehemed lungo i fianchi occidentali del Helm.

Pel fatto che il *flysch* eocenico di Premići trovasi evidentemente impigliato nelle anse della formazione cretacica, bisogna ammettere che questa sia stata costretta a corrugarsi angustamente contro l'affiorante massa calcarea dolomitica con *Gyroporella.* E per verità, solo con ripetuti e stretti ripiegamenti si possono spiegare le comparse di complessi scistosi con fossili dell'Eocene superiore, delimitate superiormente e inferiormente da serie più o meno potenti di strati di dolomie e di calcari a rudiste, che in modo particolare sui fianchi superiori del Helm, mostrano le proprie testate immerse a NE. D'altra parte se così non fosse, il *flysch* di Premići interposto fra strati apparentemente concordanti, si sarebbe dovuto considerare come un'intercalazione locale nella massa cretacica, mentre le breccie nummulitiche associate agli scisti fanno agevolmente indurre la disposizione isoclinale dei più alti strati cretacei presso alla zona dell'affioramento triasico.

A questo stato di fatto rimane subordinato il regime delle numerose piccole sorgenti a sud di Fundina, da tenersi distinte da quelle poche sotto Gur i Mehemed più ricche e più fresche; poichè le sorgenti fra Premići e il confine e derivanti dalla massa calcarea del Helm che funziona da collettore, hanno pur esse un' incostanza relativamente non molto grande di efflusso, ma in confronto delle precedenti sono meno profonde, di più alta media temperatura, meno ricche e di numero incomparabilmente maggiore. La loro frequenza a differenti livelli conferma l'avvertita ripetuta alternanza di *flysch* e di calcare, perchè i parziali rovesciamenti degli strati cretacei sotto e ad occidente del Helm, hanno fatto sì che questi, fessurati da innumerevoli diaclasi, sporgano con le loro testate su quegli scisti eocenici altimetricamente sottostanti, i quali sembrano ricolmare tutte le interruzioni superficiali dei rilievi calcarei e favoriscono con la loro impermeabilità lo sgorgo di numerose ma piccole sorgenti, là dove l'erosione ha scoperto il contatto superiore fra i due terreni, rendendo palese la pseudosoprapposizione del calcare cretacico al *flysch* dell' Eocene.

In continuazione con quello del Helm, calcare con scarse *Hippurites* si ritrova pure nella conca carsica di Lopari e nel Suka grudit — sulla cui cima passa il confine politico — sempre in strati immersi a NNE; ma a sud-est del Helm dirigendosi per la Čafa helmit verso Trijepši, non si ha più luogo di osservare calcari con *Hippurites* e *Sphaerulites*, ma sibbene calcari meno cristallini e talvolta bituminosi, poveri di fossili e tutt'al più mostranti sezioni male determinabili di gasteropodi e di piccole *Chamidae.*

Quasi certamente, nello Zatrijebac trovasi rappresentato un orizzonte cretacico

più antico di quello prevalente nel Helm; ma su ciò avremo luogo di intrattenerci più avanti.

Nulla di notevole si osserva tra Fundina e i pressi di Medun, giacchè gli stessi calcari cretacei ora bianchi subcristallini, ora ceroidi compatti costituiscono le nude, corrose ed inospiti alture, fra le quali serpeggia la mulattiera per Medun; e se anche dai dintorni di Doljani si prosegue risalendo la Morača fino a Bioče (fig. 18) è sempre una serie potente di banchi calcarei a rudiste, quella che, con lievi ondulazioni secondarie e con prevalente immersione a WSW, si trova a costituire il Mosor e le pareti alte e quasi a piombo, fra le quali, incassata e tortuosamente, la Morača si avvia verso la pianura.

Fig. 18. — Bioče.
a. Calcari della Creta. — *b*. Alluvione.

Chi ha percorso grandi estensioni di terreni cretacei uniformemente calcarei comprende bene quale scarsezza di dati geologici essi offrano all'osservatore; e quindi anche pel Cretacico montenegrino, lungi dall'esaurirne lo studio, bisogna appagarsi di quei modesti contributi, che, frutto di escursioni faticose e necessariamente sollecite, non bastano a farne progredire la conoscenza quanto lo stato attuale della nostra scienza richiederebbe. Allo scopo di appressarmi più che sia possibile ad una esatta delimitazione delle principali formazioni cretaciche, ho creduto conveniente di raggruppare nella carta i terreni turoniani e senoniani; ma dovendo qui compendiare gli appunti presi sul posto, non sarà superfluo aggiungere un altro particolare sui terreni cretacei del ripido pendio che fra la Morača e il Cem segnano l'inizio dell'altipiano dei Kuči.

A giudicare dai numerosi resti di grosse *Sphaerulites* che nel Mosor e nella Kakarička gora appaiono con numerose sezioni nel calcare, si può ritenere che nelle alture cretacee che ad oriente di Podgorica si trovano più vicine alla pianura, sia rappresentato anche il piano superiore del *Rudistenkalk* del littorale dalmato e dell'Italia meridionale.

I calcari di questo orizzonte geologico hanno una stratificazione complicata da non poche pieghe secondarie, avvertibili lungo le trincee d'erosione della Ribnica e della Morača. Indubbiamente però, le formazioni di questo livello fanno parte di una grande sinclinale; dalla località di Oštrica sotto Fundina vanno ad immergersi sotto all'alluvione della pianura, dando luogo alla valle longitudinale della Zeta e Morača inferiore e affiorando in essa qua e là con ondulazioni secondarie a guisa di groppe isolate di calcare a rudiste, non di rado anche bituminoso. Fra queste isole rocciose sporgenti dalla pianura, ricordo il Velje e Malo Brdo con direzione tectonica e topografica NW-SE, Gorica, e Zelenika e Bonje attraversate dalla Morača. Il prof. Parona, che gentilmente esaminò gran parte dei fossili cretacei da me raccolti di là dall'Adriatico, distinse nei calcari provenienti dal Malo Brdo esemplari di *Biradiolites*, sp. ind., appartenenti al gruppo del *Biradiolites cornupastoris* Desm. e di *Hippurites* sp. e *Sphaerulites* sp., mal conservati.

Ad un orizzonte pure cretacico superiore, ma immediatamente sottostante al precedente, potrebbero invece riferirsi quelle formazioni cretaciche con prevalenza di *Hippurites* sp., che presso Fundina succedono a quelle soprapposte della Kakarička gora e che, interrotte dall'affioramento triasico, si prolungano a sud fino al *cañon* del Cem comprendendo anche il Helm, e a nord fino alla Morača comprendendo le rupi di Vjetros e i dintorni immediati di Medun e di Bioče. Prima di giungere nel *polje* di Medun, lungo la via incassata la formazione di calcare ippuritico si mostra come originariamente disposta in una piega anticlinale, che, interrotta dal *polje* e alterata da una denudazione attivissima, lascia ancora abbastanza bene riconoscere la direzione NW-SE de' suoi strati. Questi, specialmente a nord della strada, sono intersecati da numerosi piani di frattura e, irregolarmente dislocati, contribuiscono a rendere anche nei bacini tipicamente carsici di Medun, di Dučići, di Orahovo, come nello Zatrijebac, apparentemente caotico l'insieme delle masse di calcare cretacico. Fra Medun e Dučići mancano netti tagli naturali per le osservazioni stratigrafiche; ma fra Dučići e Orahovo, sotto alla chiesina di Beziovo, un profondo squarcio a guisa di forra permette di constatare che i potenti banchi di calcare cretacico sono inclinati a NE di 35°-40°. Da Beziovo volgendo a sud-est verso Orahovo s'incontra ben presto un'immersione inversa alla precedente, ma la direzione stratigrafica NW-SE e talora anche NNW-SSE è sempre invariabile fra quel dedalo di strati interrotti e di testate affioranti fortemente corrose.

Superficialmente il calcare è sempre poverissimo di fossili, ma oltre Dučići e nel bacino di Orahovo qualche rara *Hippurites* di piccole dimensioni si associa con scarsi e mal conservati campioni di *Nerinea*, *Actaeonella*, *Ceritium*, *Ostrea*, finchè al di sopra di Orahovo e poco prima di entrare nel bacino di Korita, negli strati più bassi della vallecola d'erosione fra l'estremità occidentale del Kaženik e i primi rilievi del Hum Orahovski si notano strati di calcari immersi a NNE, e pieni zeppi di *Caprinae* e di *Toucasiae*. Nello Zatrijebac forme identiche si hanno nel calcare presso la parrocchia di Trijepši a Sćepoh, dove sottostanno a calcari con coralli e ad *Actaeonella*, i quali in più parti del bacino mediterraneo compariscono indifferentemente nel sopracretacico. Secondo le cortesi comunicazioni del prof. Parona, la specie più abbondante e di sicura determinazione nei calcari di Sćepoh sarebbe rap-

presentata dalla *Toucàsia carinata* Mather. e sebbene la roccia presenti molta assomiglianza con certi calcari a *Toucasia* dell'Appennino meridionale, gli esemplari di detto genere raccolti a Sćepoh non raggiungono le dimensioni di quelli dei calcari Urgoniani dell'Appennino. Nondimeno può ritenersi quasi certa anche la presenza dell'Urgoniano nei livelli inferiori dello Zatrijebac.

Il fondo del bacino di Korita (fig. 19) consta di strati calcarei con piccole rudiste, i quali, soprapposti ai precedenti con *Caprina*, sporgono fra mezzo ai depositi glaciali con le testate immerse a NNE di 25°, ed estendendosi ad oriente nel Soko e trovando riscontro a sud nei calcari più alti del Kaženik, vanno ad urtare verso setten-

Fig. 19. — Bacino di Korita.
a. Trias superiore (Hum Orahowski). — *b.* Calcari della Creta. — *c.* Flysch eocenico. — *d.* Depositi morenici.

trione contro la massa triasica del Hum Orahovski dopo essersi strettamente ripiegati impigliando, lungo i fianchi superiori di detto monte, sedimenti eocenici sincroni con quelli di Premići. La stessa formazione di Orahovo costituisce anche l'ampio bacino di Ubli, reso fertilissimo da un'alta coltre di depositi di dilavamento; ma a nord e a nord-est di esso, una potente serie di banchi di calcari — nei quali poco fortunate riuscirono le mie ricerche di fossili — con immersione variabile si succede fino al Giurese dei dintorni di Kržanje. Non è improbabile che nella grande pila di calcari cretacei fra Ubli e i dintorni meridionali di Kržanje, Momče, Podkrš e Klopot al di là dalla Mala Rijeka possano trovarsi rappresentati se non tutti, qualcuno almeno dei sottopiani del Cenomaniano, dell'Albiano e del Cretacico inferiore (Aptiano e Neucomiano). Pur troppo la mancanza di dati paleontologici rende puramente induttiva questa supposizione, la quale d'altra parte non manca di verosimiglianza giacchè, tanto a Klopot quanto fra Ubli e Podkrš, il calcare spesso madreporico contiene esemplari numerosi di camacee e di gasteropodi mal determinabili a causa della loro cattiva

conservazione, e questi calcari sicuramente cretacei vanno a sovrapporsi a quelli titonici dei Bratonožići e di Momče, riproducendo quelle condizioni di giacitura che lo Stache [1] già constatò nel littorale orientale adriatico, dove, a detta dell'egregio geologo, per la continuità dei sedimenti riesce oltremodo difficile una sicura separazione fra il calcare della Creta inferiore e quello a nerinee del Giura superiore.

Se quella miriade di *Chamaceae* che in più località dei Kuči sembrano impastate con la roccia si prestasse ad un accurato studio paleontologico, la conoscenza del Cretacico montenegrino se ne avvantaggerebbe non poco; ma per la più volte lamentata impossibilità di trarre largo partito dai calcari fossiliferi raccolti, con la vana speranza d'isolarne i fossili per mezzo della semicalcinazione, sono costretto ad essere ora molto prudente in fatto di asserzioni decise su questi terreni, per i quali anche i metodi stratigrafici così razionali per il riconoscimento di una serie di assise sedimentarie, divengono di difficile applicazione. Nondimeno, ricostruendo la tectonica di questa regione con l'aiuto dei rilievi stratigrafici e dei criterî cronologici offerti dai varî aggruppamenti fossili, e con la guida non disprezzabile della morfologia del paese, risulta in modo certo che le formazioni cretaciche dei Kuči — corrugate più o meno fortemente e talvolta perfino raggrinzate in stretti ripiegamenti — fra la pianura di Podgorica e i dintorni di Kržanje e Klopot tendono quasi ad avvolgere l'ellissoide dello Žiovo con la sovrapposizione successiva dei piani più recenti su quelli più antichi, i quali compariscono pure in affioramenti meno estesi nel versante pontico fra la Veruša e il Kurlaj e non di rado anche nell'intricata zona cretacica del Cem.

La constatata direzione stratigrafica NW-SE e subordinatamente NNW-SSE ci dice infine chiaramente che fra i rilievi al di sopra di Fundina e quelli giuresi che si addossano allo Žiovo corre una sinclinale principale, intramezzata da pieghe secondarie con assi paralleli a quello della sinclinale stessa; pieghe che sarebbe ben difficile riconoscere senza la bussola, poichè le acque superficiali e sotterranee e i ceselli infaticabili e possenti delle intemperie hanno così intensamente modificato la superficie di questa parte occidentale dei Kuči, non escluso lo Zatrijebac, da renderne poco meno che irriconoscibile la plastica primitiva.

Appunti sul Cretacico della regione montenegrina del Cem. — Chi ha visitato, sia pure parzialmente, questa regione, non ha potutto trattenere espressioni d'emozionante meraviglia affacciandosi sull'immensa forra del Cem, che, più di ogni altro *cañon* dell'Europa, si sprofonda con pareti a picco alte perfino 800 metri, e che, al pari di un immane spacco lungo il margine settentrionale delle Prokletje, sembra opporsi al libero incedere del sapere e del progresso. Fra il Cem, il Drin e il lago di Scutari, fra i monti misteriosi, quasi inesplorati dell'Alta Albània, si ammassano in differenti tribù i fieri discendenti di quel tronco etnico albanese, che nella preistoria confonde le proprie origini e che forse nell'antico Illirio fecondò i germi della razza latina.

[1] Stache G., *Beobactungen bei Revisionstouren in Nordabschnitt des Kustenlandes, insbesondere in der Ungebung von Flitsch, Canale Ternova, Görz und Triest,* Verhandl. d. k. k. geolog. R. A. 1888, pag. 42.

Si comprende la difficoltà di compiere ricerche scientifiche di ogni genere nel paese del Cem a confine col Montenegro, essendo in esso solo possibile e non sempre immune da pericoli qualche rapida escursione. Il prof. Antonio Baldacci, ottimo conoscitore dell'Albania, dovette, per esempio, con perseverante energia avventurarsi in più epoche differenti fra quelle malsicure località per giungere ad esplorare una buona parte del territorio albanese del Cem; ma oltre agli ostacoli d'indole generale altri e non piccoli ne incontra il geologo per i propri rilievi, perchè nella forra del Cem, proprio là dove la formazione cretacica fa sfoggio di tutta la sua maestosa potenza, la viabilità o manca completamente, o si residua a faticosissimi e quasi impraticabili sentieri fra rupi inaccessibili.

Ho attraversato in più località il Cem, e cioè, per una veloce escursione in Traboina, passando sotto Prifti; presso il termine della Skala Smedeč; non molto lungi dalla foce dello Slap presso Selce; ed inoltre ne ho percorso la sponda destra fra Prifti (tribù di Gruda) e Nikmaras in Trijepši e sempre ho dovuto constatare la costituzione cretacica delle sue alte ripe, sia basandomi su ritrovamenti sporadici di sezioni di rudiste e camacee associate con gasteropodi, sia ponendo mente alla grande analogia litologica che presentavano le più profonde assise calcaree senza fossili, con quelle che nella parte meridionale della Mala Rijeka servono di transizione fra i depositi giuresi superiori e quelli della Creta media.

Non escludo la possibilità che la energica erosione abbia inciso anche i sedimenti del Giura e del Trias nel corso inferiore del Cem; ma è certo che risalendo il fiume lungo la tribù di Gruda, abbondano i calcari con sezioni e traccie di fossili cretacei mal conservati ma sufficientemente riconoscibili e che essi, sempre nettamente stratificati, appaiono inoltre in perfetta concordanza con quelli turoniani del Helm e del Suka grudit. In alto, sulla sponda sinistra del Cem, la zona calcarea è interrotta da estesi e pianeggianti lembi di *flysch*, comprendenti i pianalti di Traboina oltre cui il territorio montuoso della tribù di Hoti assume di nuovo la stessa *facies* calcarea del mesozoico dinarico, che comprende pure la quasi totalità dei minori colossi dell'Alpe Albanese prospicienti direttamente i confini del Montenegro.

Da Suka grudit al Cem si constata presso che invariabilmente un'inclinazione stratigrafica di 20° e 25° a NNE. Il calcare è giallastro, compatto, con rare rudiste e con esemplari del genere *Nerinea*, *Actaeonella* nella parte più alta della serie, e più cristallino e spesso anche dolomitico in quella inferiore. L'intero complesso apparisce molto denudato, e allorchè il pendio topografico diviene meno accentuato sulla destra del Cem, quasi di prospetto al ripiano di Traboina, il terreno diventa pianeggiante per un buon tratto, in modo da assumere l'aspetto morfologico di un grande terrazzo cosparso di piccole conche carsiche, presso una delle quali sorgono i modesti casolari di Prifti e la parrocchia della tribù di Gruda. Oltre Prifti gli strati sovrapposti in in alte pile e immersi a N 10° E, rimangono come interrotti a gradinata e dànno origine ad un dirupato precipizio in fondo a cui, rumoreggiando fra i blocchi che ingombrano il corso, scorre il Cem, attualmente incassato fra le stesse sue potenti alluvioni.

Tanto nei dintorni di Prifti, quanto in quelli di Traboina, ci si trova sulla gamba nord-orientale di un'anticlinale, perchè discendendo il Cem verso occidente, la forma-

zione si immerge dalla parte opposta, vale a dire a SW e a SSW. Dunque nel suo corso inferiore, il Cem, prima di raggiungere il piano, percorrerebbe un'angusta valle trasversale.

Tra Prifti e il piccolo villaggio albanese di Selište, sorgente al margine del *polje* omonimo, le condizioni di giacitura sono le stesse, ma siccome risalendo il Cem l'inclinazione è ancora a NNE di 28°, gli strati di questa gamba anticlinale sono da Prifti in avanti di deposizione più recente; e infatti al disopra di Selišto, poco prima di avvertire una contraria immersione a SW, che a occidente del Nik vucì accenna all'esistenza di una piccola sinclinale e quindi al principio di una seconda anticlinale, il calcare contiene delle piccole rudiste, le quali attesterebbero un orizzonte meno antico di quello del calcare di Prifti.

Gli imponentissimi dirupi e le balze magnifiche del Cem sotto Trijepši, sono fessurate da lunghe fratture e male si potrebbero in essi seguire le piccole pieghe secondarie della formazione. Trattandosi di delineare a grandi tratti la geologia di questa regione, ritengo più che sufficiente un accenno alle principali caratteristiche tectoniche del paese, che con maggiore sicurezza ho potuto rilevare.

Alla predetta prima anticlinale principale che chiameremo di Gruda e che rappresenta la prosecuzione meridionale del Cretacico dei dintorni di Fundina, una seconda e più ampia ne succede nella regione dei Trijepši. Le potenti assise calcaree lungo la parte superiore della ripa destra del Cem, presso la quale sorgono le umili abitazioni della tribù di Trijepši (suddita montenegrina), rimangono interrotte sul *cañon* e mostrano tali concordanze di posizione con quelle pure interrotte del prospiciente territorio albanese di Bukovic, da rendere manifesto il loro originario collegamento.

L'immersione degli strati è costante a SW e WSW da Nik vuci fino all'altezza di Skala Smedeč, oltre la quale ritorna chiaramente a NE. La sommità di questa come di gran parte di tutte le anticlinali della regione è irregolarmente erosa e nei Trijepši, ossia nel Zatrijebac meridionale, ha subìto le solite intense modificazioni superficiali così comuni nella parte occidentale dei Kuči. Ed invero, da Nikmaras a Sćepoh e a Delaj si ha un *polje* pianeggiante, interrotto ad intervalli da spuntoni. scogliformi e fiancheggiato dalla serie cretacica dello Zatrijebac, che sebbene rappresenti nel suo complesso una grande sinclinale fra il Helm e lo Žiovo, pure, come ho già fatto notare nel precedente capitolo, rimane complicata da pieghe secondarie le quali, tanto nella regione di Orahovo quanto in quella del Cem, presentano i proprî assi longitudinali paralleli alla direzione stratigrafica della sinclinale di cui fanno parte.

A Muzečka si hanno straterelli di calcare bituminoso con rare e indeterminabili sezioni di piccoli gasteropodi, ma da Nikmaras a Sčepoh abbondano:

Caprina sp.
Toucasia carinata Math.
Toucasia sp.
Apricardia tenuistriata Futt.

sicchè nei Trijepši può ritenersi sicuro il riferimento della formazione calcarea al Cretacico medio, oltre all'Urgoniano presso Sćepoh, tantopiù che anche le condizioni

stratigrafiche, in luogo di contraddire, avvalorerebbero tale riferimento per quanto concerne la diretta sottoposizione di detti calcari a quelli dei dintorni di Selište, attribuiti al Cretacico superiore per le analogie paleontologiche con il *Rudistenkalk* del Helm.

In questa parte meridionale dello Zatrijebac, potenti banchi calcarei si alternano con straterelli di calcare poco meno che laminare e talvolta pure, come a Djutedza e presso Sčepoh, con lenti dallo spessore di cm. 2-10 di una roccia lignitifera bituminosa molto simile al *boghead* e di difficile escavazione. Siccome gli strati sporgono al disopra della serie dei *polje* fra Nikmaras e Sćepoh con le loro testate immerse verso occidente, mancano le condizioni per giudicare anche approssimativa-

Fig. 20. — Rupi del Cem presso Skala Smedeč sotto Trijepši.
(Creta inferiore e media).

mente quanto si estendano queste lenti di materiale utile, che, al pari dei veri *boghead*, non possono spiegarsi altrimenti che come originarie accumulazioni di alghe marine.

Dai dirupi della Skala Smedeč (fig. 20) dove più energica si esplicò la potenza distruttiva dell'erosione associata a quella delle fratture, si notano abbastanza bene le strette relazioni morfologiche fra le due sponde del Cem; e col ritorno dell'immersione stratigrafica a NE — ad oriente della serpeggiante *skala* che su di una distanza orizzontale di 500 metri raggiunge un dislivello di 800 almeno — rimane manifesto come la valle del Cem sia in questo tratto trasversale, essendosi il fiume fatto strada attraverso alle serie delle ingenti assise, che all'epoca del sollevamento avrebbero fra i Trijepši e Rapša assunto un andamento domiforme.

Da Delaj e Benkaj fino a Poprat, il calcare è riccamente fossilifero e fra gli altri presenta esemplari di *Nerinea*, *Ittieria Actaeonella* e frammenti di echinidi e corallari. Anzi a oriente di Benkaj vi si trova spiccatissima una *facies* coralligena con:

Stylina sp.
Calamophyllia anulata Futt.
Calamophyllia sp.
Astrocoenia sp.
Pseudochaetetes sp.

Fra Benkaj e Poprat la formazione sempre immersa a NE e NNE, è intensamente e irregolarmente accidentata e lo stesso bacino allungato di Poprat è tutto irto di sporgenze calcaree frastagliate e corrose come nei pressi di Budva, e cosparso di piccole doline, taluna delle quali in genesi incipiente o non del tutto formata.

Sull'altura che separa Poprat dalla rupe del Cem, s'incontrano le prime e superbe foreste di faggi, e sulla nuda cima del Suka Lakut si ritrova di nuovo il calcare madreporico tanto sviluppato anche al margine occidentale del bacino di Poprat. Questo ricomparisce pure insieme con qualche sezione di gasteropode alla base del rilievo stretto e allungato in direzione W-E del Kaženik, costituito da una successione di banchi calcarei inclinati a WSW nella sua parte occidentale e a NE in quella orientale. Tali banchi essendo regolarmente soprapposti, sono più antichi alla base che non sulla cima del detto rilievo.

Attraverso ad una bella foresta di faggi si passa dal *polje* di Poprat a quello di Korita, che già conosciamo per averne fatto menzione nel precedente paragrafo. E quindi tutta la regione montuosa calcarea fra il Cem e Orahovo, distinta col nome di Zatrijebac è tutta costituita da terreni riferibili alla Creta media e superiore, in diretta continuazione con quelli che da Orahovo continuano nei Bratonožići meridionali fino alla Morača.

Il Cem dirimpetto al Suka Lakut riceve sulla sua sinistra le acque del Cem vuklit provenienti con ignoto decorso dai contrafforti nord-occidentali delle Alpi Albanesi, e nel suo corso superiore, distinto come Zem Selcit, segue una netta direzione SW pur compiendo una leggera curva rientrante fra il territorio, politicamente neutro. di Greča e l'altura del Soko, che si eleva sul fiume con rupi a picco e che delimitando ad oriente la Siroka Korita, prospetta pure a SE le alture triasiche meridionali della Kučka Krajna.

Più irregolare è invece il suo percorso inferiore allorchè lasciando nella sua sinistra la tribù albanese dei Klementi s'insinua — sempre fra immensi dirupi — con direzione occidentale fino alla Skala Smedeč, oltre la quale serpeggiando in anguste gole si volge di nuovo a SW fino al punto in cui incomincia la incisione dell'anticlinale di Gruda, che il Cem attraversa per raggiungere serpeggiando verso occidente la pianura di Podgorica. Il Soko con le sue rupi, con le sue profonde spaccature e creste frastagliate dà luogo ad un paesaggio addirittura fantastico. Il calcare che lo costituisce è in strati inclinati a NNE di 30° e risulta talvolta di un impasto di conchiglie di rudiste. Queste sono ordinariamente di piccole dimensioni negli strati inferiori e vengono sostituite da *Hippurites* e *Sphaerulites* più grandi in quelli superiori. Ma anche qui come in tutti gli altri terreni cretacei montenegrini, gli orizzonti sono ricchi d'individui ma poveri di specie.

Fra i monti triasici del Kunj Kostić e il Cem, la formazione cretacica del Soko si prolunga a guisa di stretta lingua fino ai dintorni di Greča e allo Slap; e più oltre ancora in territorio albanese si ritrova con frequenti lembi impigliati di *flysch* eocenico a costituire di continuo il bacino inferiore del Cem Selcit, sulla cui destra va ad addossarsi alle pendici triasiche della Maja Linersit.

La sommità delle rupi che da Greča piombano verticalmente sul Cem, è costituita da *Rudistenkalk* cereo-scuro bituminoso e a suono metallico sotto la percussione moderata.

Le molte rudiste raccolte a Greča sono in massima parte di difficile determinazione perchè mal conservate. Vinassa cita, nel calcare grigio-chiaro:

Sphaerulites sp.
Sphaerulites stiriacus Zitt.

Inviati taluni calcari fossiliferi al prof. Parona, mi venne da lui comunicato premurosamente che nel calcare grigio-chiaro si hanno forme di

Biradiolites sp.
Sphaerulites del gruppo dello *Sph. cylindraceus* Desm.
Caprinula sp. ind.

e nel calcare cereo-scuro bituminoso:

Distefanella confr. *lumbricalis* D'Orb.
Lapeirousia f. n.

Il riferimento al Turoniano già fatto dal Vinassa non può dar luogo a incertezze.

Le corrispondenze morfologiche tra il territorio di Greča e quello prospiciente albanese sulla sinistra del Cem, farebbero lecitamente supporre che vi si dovessero riscontrare pure condizioni geologiche analoghe, tanto più che una striscia di verdeggianti pascoli dovuti senza dubbio a depositi scistosi — come informazioni attendibili confermate dal prof. Antonio Baldacci, mio compagno di viaggio e praticissimo della regione del Cem, mi hanno assicurato — si trova, come a Greča e a Brek, fra i nudi terreni cretacei incisi dal Cem e quelli altimetricamente ma non tectonicamente soprapposti e dislocati da frequenti fratture, nei quali si ravvisano forme di paesaggio identiche a quelle dei maggiori colossi triasici montenegrini.

Il Cretacico della parte nord-orientale e settentrionale dell'altipiano dei Kuči. — Le formazioni cretaciche del versante pontico dei Kuči rimangono in gran parte ammantate dai depositi dell'Eocene superiore, tanto che non di rado sporgono dal *flysch* a guisa di *Klippen.*

La roccia che nei dintorni di Mokro, da prima considerati per intero triasici e paleozoici, serve di base ad altri sedimenti scistosi molto più recenti, è un calcare grigio, ceroide e biancastro in molti punti fossilifero e orograficamente interposto fra la massa calcareo-dolomitica principale del Trias e la zona scistosa, all'inizio della quale Vinassa già constatò un affioramento di calcare ippuritico presso il Ćebeza, segnalandolo come la comparsa più orientale della Creta nel Montenegro. Ma nel 1902, lo scrivente ritrovava calcari a rudiste ancora più a nord e ad est del Torač e del Ćebeza, nei rilievi fra il Maglić e il Crna Planina (fig. 21) e nelle gole calcaree dell'alta Tara. Tra il Maglić e il prospiciente rilievo verso sud-ovest, sotto ad una coltre poco potente di depositi glaciali e di detriti, affiorano pure calcari compatti e brecciati i quali si estendono variamente ondulati fino all'altura del Torač, sulla cui cima bruscamente rimangono interrotti. Alla massa calcarea con rudiste del Torač fa seguito a nord-est l'altra analoga e molto più estesa e potente del Ćebeza; questa, senza notevoli interruzioni, si ricollega con la stretta zona cretacica, che per la destra del Brskut e Jablan si distende fino alla Morača.

I banchi di calcare che si notano a costituire le parti più elevate dei rilievi del Maglić, del Groblje e della Crna Planina, sono fortemente e variamente dislocati, e se la direzione stratigrafica poco si discosta dalla prevalente NW-SE, l'immersione e il suo valore numerico si modificano a brevi intervalli, tanto che in nessuna parte del Principato la Creta si presenta con maggiori disturbi tectonici.

Sulla cima del Maglić i banchi di calcare contengono grosse e numerose caprinidi, rudiste e nerinee. È anche opinione del prof. Parona, al quale spedii in esame i fossili, che nella cresta del Maglić sia rappresentata una Creta molto recente malgrado la presenza di caprinidi. Il prof. Parona gentilmente mi comunicava in pro-

Fig. 21. — Dintorni di Ŝirokar.
Alture di calcare cretacico del Maglić e della Crna Planina, ammantate da flysch eocenico.

posito: « Rimane incerto a causa della poco buona conservazione, se qualche forma di *Hippurites* possa appartenere alla *H. cornucopiae* Defr. del Campaniano di Sicilia e dell'Appennino meridionale, ovvero alla *H. reunensis* Douv. del Santoniano superiore. Sono mancati elementi sicuri per verificare se le interessantissime caprinidi fossilizzate in quarzo appartengano veramente al genere *Caprinula* o a qualche altro dei generi della famiglia delle caprinidi; lo studio potrebbe riuscirne importante perchè siano esse del Campaniano o del Santoniano si tratterebbe sempre di caprinidi assai recenti ».

Nel Maglić, questa formazione calcarea ha una prevalente inclinazione a WSW di 35°-40°; si mostra allo scoperto lungo la massima parte del fianco occidentale e nello spingersi verso le prospicienti formazioni del Ćebeza e Torač rimane parzialmente ammantata dalla copertura scistosa eocenica dei territorî di Mokro e Veruša, che per essere talora angustamente compresi fra rilievi di calcare, sia pure in preponderanza cretacei ma sviluppati lungo il Ćebeza a guisa di imponenti rupi verticali contro cui verrebbero a contatto gli scisti del *flysch*, potrebbero pure essere subordinati all'esistenza di una faglia lungo la direzione NNW-SSE, presso il margine orientale dell'altipiano carsico dei Kuči.

Discendendo il Maglić fin presso Mokro, la stessa formazione cretacica si mostra in tutta la sua potenza; e dove rimane denudata l'alta serie di questi calcari si può osservare una successione quasi corrispondente a quella dell'opposto versante dell'altipiano, poichè gli strati cretacei di questo monte sono quasi privi di fossili nella parte più profonda, abbondano di turricolate con prevalenza di nerinee in quella media e risultano di una ricca serie di calcari a rudiste nella parte superiore. Un'eguale serie costituisce pure il Groblje a settentrione del Maglić e si distende, in vario modo incisa, sulla riva orientale della Veruša.

Anche sulla cima del Crna Planina affiorano dal mantello scistoso spuntoni di calcari sopracretacei, con strati inclinati a NE e costituenti dal basso all'alto la seguente poco rilevante successione:

Strati di calcare con piccoli gasteropodi.
Calcari con traccie abbastanza bene riconoscibili di *Hippurites* sp.
Alternanze di calcari e di conglomerati a piccoli elementi.
Calcari con turricolate.
Calcari con *Sphaerulites* sp. in sezione all'incirca grandi quanto uno scudo.

Il Tietze ha osservato il calcare sotto agli scisti nei restringimenti della valle della Veruša presso l'inizio della Tara e presso Han Garančić, ma per la convinzione di trovarsi in terreni carboniferi li aveva riferiti al paleozoico, mentre a me hanno mostrato turricolate e rudiste se non determinabili, data l'intima compenetrazione nella roccia, certo però sempre riconoscibili e analoghe a quelle della Crna Planina.

Il torrente Brskut, nella sua parte superiore è incassato nel calcare cretacico, che negli strati più alti presentasi alquanto ferrugginoso, con druse spatiche e con traccie di piccole rudiste, e che mediante la probabile, ma qui non potuta constatare, interposizione di calcare titonico, succede al Dachstein dello Zagan e dei dintorni di Strapče. La stessa formazione cretacica presso il termice della ripa destra del Brskut mostra quell'immersione a NE che predomina fino a Jablan ed oltre, dove intensamente denudata, all'altezza di metà circa la mulattiera per il Vjeternik si sovrappone al Titonico, completando in tal modo, insieme con i calcari giuresi, l'avvolgimento della grande cupola triasica superiore dello Žiovo.

Gli accenni sommarî che su questa parte dei Kuči ho qui compilati sunteggiando gli appunti presi sul posto, anche se eccessivamente poveri di dettagli, valgono a porre in risalto quanto complesse si presentino le condizioni geologiche allo inizio del versante pontico e quanto siano suscettibili di essere modificate le cognizioni che fino ad ora si avevano su questa parte del Montenegro dove, come in molte località della Bosnia e dell'Erzegovina, la Creta si trova in trasgressione sul Trias.

Tabella riassuntiva sul Giurese e Cretacico del Montenegro sud-orientale

Età		Orizzonti locali	Parte occidentale dell'altipiano di Kuči	Regione montenegrina del Cem	Parte nord e nord-est del paese dei Kuči
Creta superiore	Senoniano	Calcari con grosse rudiste	Kakarička gora. Mosor, Malo e Velje Brdo.		Cima del Maglić.
		Calcari con rudiste in prevalenza ippuriti.	Morača fra Bioče e la pianura. Dintorni di Medun, Fundina, Helm.	Greča. Breck.	Groblje. Crna Planina. Fianchi occidentali del Maglić. Torač. Čebeza.
		Calcari con *facies* coralligena.		Fra Delaj e Poprat.	
	Turoniano	Calcari con piccole rudiste.	Dučići. Orahovo. Korita, Ubli e parte estrema occidentale dei Bratonožići.	Kaženik. Korita. Soko.	Dintorni di Mokro. Rupi della Veruša e Tara.
		Calcari con piccole camacee, gasteropodi, lamellibranchi ecc.		Cafa helmit. Suka grudit. Diutedza. Gruda. Muzečka.	Dintorni di Brskut e Jablan. Fianchi settentrionali e orientali del Groblje, del Maglić e del Torač.
Creta media	Cenomaniano	Calcari con caprinidi e gasteropodi, e con caprinidi e apricardie.	Dintorni di Klopot.	Nikmaras e parte più occidentale di Trijepši.	
	Albiano	Calcari inferiori con gasteropodi mal determinabili e con caprinidi e toucasie.	Fra Ubli e Podkrš. Sud di Korita.	Parte del Cem di Trijepši.	
Creta inferiore	Urgoniano	Calcari a *Toucasia carinata*.		Parte centrale di Trijepši, dintorni di Sćepoh e parti più profonde del cañon del Cem sotto Skala Smedeč.	
	Neucomiano	Calcari spesso dolomitici della serie cretacica più profonda e con rari e mal conservati fossili.	Fra Kržanje, Momče e Podkrš. Nord di Ubli. Mala Rijeka inferiore e Nord di Klopot.		
Giura superiore	Titoniano	Calcari senza fossili.			
		Calcari con ellipsactinidi, corallari e gasteropodi giuresi.	Vjeternik. Dintorni di Peljev Brijeg. Seoštica. Mala Rijeka superiore, Strapče. Nord di Kržanje.		

Formazioni eoceniche.

L'Eocene superiore nella zona carsica dei Kuči. — Nella mia Nota sul *flysch* del Montenegro sud-orientale, ho discussa la questione dell'età di quei complessi scistosi, che, nel paese dei Kuči, sono intramezzati alle formazioni calcaree mesozoiche e che si presentano pure all'inizio del versante danubiano fino alla parte occidentale dei bacini del Kurlaj e dell'Opašanica; ma affinchè quella mia pubblicazione, per quanto specialmente riguarda le comparse di *flysch* nella zona carsica, non rimanga assorbita da questa Memoria, mi limiterò a riportarne qui in riassunto i soli fatti principali.

Le arenarie micacee, gli argilloscisti rossi, verdi e gialli e le marne con fucoidi già osservate dal Tietze presso Listac — fra la Morača e la Zeta — e presso Doljani, Zlatica e Medun, presentano nel loro complesso una corrispondenza notevole nei caratteri fisici e geologici con quel *flysch*, molto più sviluppato, di Premići che Hassert e Vinassa considerarono come cretacico unitamente a tutte le altre formazioni scistose, che nella parte occidentale dell'altipiano sono intramezzate alla Creta e al Trias.

Il solo Baldacci attribuisce giustamente all'Eocene la *facies* di *flysch* presso Medun, e gli altri succitati autori si trovano concordi nell'ammettere come più probabile una intromissione scistosa arenacea nelle parti inferiori della massa cretacica, anzichè un impigliamento di roccie eoceniche nelle pieghe della Creta, basandosi pure sul fatto che — secondo il Tietze — in talune parti dell'Erzegovina, e per esempio presso Ulog, il calcare cretacico passerebbe a *flysch*.

Nel capitolo relativo alle formazioni cretaciche ho messo in evidenza quella serie di stretti ripiegamenti e di parziali rovesciamenti che nei dintorni di Premići (Fundina) interessano la formazione mesozoica e quindi non può dirsi *a priori* che il criterio stratigrafico contrasti col ritenere il *flysch* dei dintorni di Premići e Medun, come impigliato fra gli strati della formazione mesozoica.

Un'attiva denudazione accidentando aspramente la Kakarička Gora avrebbe quindi lasciato solo lembi interrotti dei terreni del *flysch* fra Premići e Medun, mentre fra la Morača, il Cem e lo Žiovo scarse traccie sarebbero rimaste racchiuse fra quei ripiegamenti mesozoici e quelle pieghe secondarie, che le frequenti variazioni nell'immersione degli strati accusano specialmente nella serie cretacica dei Kuči.

Nemmeno potrebbe obbiettarsi che difettano le analogie litologiche fra questo *flysch* dell'interno e quello littoraneo, tantopiù che nelle argille scagliose di Cattaro, identiche a quelle di cui ci stiamo occupando, il prof. De Stefani raccolse delle piccole nummuliti, e piccole nummuliti con altre foraminifere si trovano pure a Premići in una brecciola calcarifera alternante con gli scisti.

Le piccole nummuliti di Premići appartengono quasi tutte alle forme a strie radiate, sigmoidali e sprovviste di granulazioni.

Nella brecciola di Premići le orbitoidi hanno un forte predominio specifico e

numerico sulle nummuliti e su ogni altra foraminifera. In essa ho determinato le seguenti specie di nummulitidi:

Lenticulina Hantkenia budensis Hantk.
" " *Fichteli* Michel.
" " *Tournoueri* de la Harpe.
" " sp.
Operculina confr. *canalifera* d'Arch.
Orthophragmina aspera Gümb.
" *radians* d'Arch.
" *dispansa* Sow.
" *applanata* Gümb.
" *stella* Gümb.
Anomalina sp.

Questa microfauna ha un aggruppamento caratteristico e corrispondente a quello degli strati a *Clavulina Szaboi*, nei quali la *Lenticulina budensis* e le *Ortophragminae* suddette assumono un'importanza notevolissima. Inoltre, tutte le citate forme sono a comune con la microfauna già studiata da Hantken ([1]) e da Oppenheim ([2]) nell'Eocene di Priabona e perciò rimane stabilito senz'altro che il complesso scistoso di Premići (fig. 22) appartiene all'Eocene superiore. Quindi, se il criterio stratigrafico è valso a provare che il *flysch* in parola sta sopra alla serie di tutti gli altri terreni, quello paleontologico soltanto ha condotto a riconoscere la vera età di questa formazione scistosa che si raccoglie, come già dissi, fra i ripetuti ripiegamenti dei terreni calcarei ad occidente del Helm.

Un'altra interessante *facies* di *flysch* si ritrova al termine meridionale dell'ellissoide dello Žiovo tanto sul fianco sud del Hum Orahovski quanto alla base del Kunj Kostić nella località di Greča sul Cem, rimanendo sempre interposta alla superficie fra le formazioni cretaciche delle pendici inferiori delle alture e quelle triasiche affioranti in alto. Vinassa considera come cretacico anche il *flysch* di Greča ritenendo che esso rappresenti un'intercalazione di scisti fra due piani diversi, mentre invece esso occupa una posizione ben definita sopra il calcare a rudiste. Infatti, le condizioni stratigrafiche del Turoniano di Greča sotto agli scisti in parola e quelle differenti del calcare triasico che salendo verso la Kostica subito si ritrova ad un livello altimetrico più elevato degli scisti, fanno avvertire facilmente che il *flysch* di Greča è compreso in uno stretto ripiegamento di strati cretacei, tanto è vero che alla base degli scisti troviamo gli strati del *Rudistenkalk* inclinati a NNE di 35°, mentre la formazione triasica sulla quale deve poggiare la Creta e che fa parte della grande massa calcarea dolomitica dello Žiovo e della Kostica, ha sopra Greča un'immersione opposta e cioè a SSW.

([1]) Hantken M., *Die Fauna der Clavulina Szaboi Schichten,* Mittheil. aus dem Jahrb. der k. ung. geol. Anstalt., Bd. IV, H. 1 Budapest 1875.
([2]) Oppenheim P., *Die Priabonaschichten und ihre Fauna,* Palaeontografica Bd. 47. Stuttgart.

Associati con le argille scagliose si hanno pure in detta località calcari scistosi rossi, i quali, in sezione sottile al microscopio, presentano piccole foraminifere in prevalenza *globigerinae*; marne scistose passanti a ftaniti e diaspri rossi, rosso vinati e variegati.

In condizioni analoghe di giacitura, ma meno esteso e litologicamente meno variato di quello di Greča, è il *flysch* del Hum Orahovski.

Assai più sviluppata sembra invece questa stessa *facies* sulla sinistra del Cem, dove lunghe striscie di praterie verdeggianti demarcano saltuariamente il passaggio dal Cretacico delle rupi del Cem alle moli calcaree fra il Velečiko, Kapa broje e il Goliš.

Fig. 22. — Dintorni di Premići.
a. Calcari della Creta. — *b.* Flysch eocenico.

L'Eocene superiore del versante pontico dei Kuči. — Le formazioni scistose del Montenegro orientale vennero tutte complessivamente ascritte per una piccola parte agli strati di Werfen e nella quasi totalità al Paleozoico, mentre nel territorio che si estende fra l'inizio del versante danubiano e la parte occidentale del Vardar Kurlaj esse debbono riferirsi all'Eocene superiore.

Non starò qui a ripetere quelle considerazioni con le quali ho dimostrato la presenza di formazioni eoceniche nel bacino della Veruša (fig. 23), del Kurlaj e dell'Opašanica essendo sufficiente di riassumere i principali dati analitici già pubblicati in base alle escursioni del 1902, con l'aggiunta di poche altre osservazioni e modificazioni compiute in detto territorio nell'estate dell'anno successivo.

La roccia che serve di base ai terreni prevalentemente scistosi del bacino della Veruša è un calcare cretacico, in più punti fossilifero, del quale ho fatto menzione nel capitolo precedente constatandone il grande sviluppo in questa località orientale dei Kuči. In particolare a sud e sud-est del Maglić, sopra a detti calcari si trovano argille scagliose rosse, gialle, turchiniccie e verdastre non solo associate a marne ed arenarie, ma anche a conglomerati costituiti a spese di roccie verdi e a roccie, superficialmente

steatitose, di tipo oficalcico. Non di rado, fra questo complesso litologico spiccano straterelli di un calcare grigio scuro ricco di esili venature di calcite e sempre bene distinguibile da ogni altro per la sua tendenza a sfaldarsi come gli scisti, sotto la percussione del martello.

Nelle sezioni sottili di tali calcari scuri palesemente scistosi non ho potuto distinguere altro che rari frammenti di *Globigerina.*

Sulle pendici del Maglić, ammantate da una coltre scistosa, ho raccolto marne con esemplari ben conservati di *Chondrites Targionii* Brogn. e di *Chondrites intricatus* Brogn., forme tipiche del *flysch* dell'Europa meridionale e specialmente della

Fig. 23. — Valle della Veruša.

Svizzera e della Francia, e con *Orbulina universa* e *Globigerina bulloides* d'Orb. nelle sezioni sottili.

La posizione degli scisti è più che altrove chiara e manifesta sulle pendici meridionali del Maglić, dove i banchi di calcare cretacico fortemente dislocati vengono ricoperti dalla massa scistosa, che si estende quasi senza interruzione fino alla vallecola dei laghetti di Mokro fra il Torač e il Monojevo.

Abbastanza palese è la sovrapposizione degli scisti al calcare cretacico fossilifero tanto se si percorre la valle della Veruša quanto se dalla Veruša si volge ad occidente per la strada di Brskut; evidente in modo particolare è poi sotto il Maglić, a ovest, dove scisti e arenarie sono inclinati di 32°-35° a N. (fig. 24).

L'estensione di questi terreni si accresce notevolmente fra il Magliĉ, la Crna Planina e l'Opašanica, dove gli scisti si presentano in discordanza sopra alla Creta, così che tutte le creste calcaree dei rilievi che dividono il bacino della Veruša da quello del Kurlaj, sporgono in mezzo agli scisti, e i calcari con rudiste e nerinee che si trovano in due restringimenti della Veruša-Tara vengono ricoperti dalle arenarie, argille e calcari marnosi con *fucoidi.*

A nord-est del Maglić, di fronte alla Vermoša il *flysch* rimane molto ridotto, la profonda incisione verso la Skrobotuša avendo bruscamente interrotta la serie stratigrafica del Maglić, in modo da porre allo scoperto anche la successione degli scisti triasici sotto ai calcari, e quindi anche la continuità del mantello eocenico.

Nei terreni scistosi a NW del Groblje e della Crna Planina predominano forme calcareo argillose, argille scagliose e arenarie più o meno grossolane e calcarifere. Ad eccezione di mal determinabili briozoi e foraminifere nelle sezioni sottili dei calcari marnosi che s'intercalano agli scisti, di frequenti fucoidi e impronte vermiformi nei calcescisti e nelle superfici delle arenarie, nessun altro documento paleontologico ho riportato da questa località e quindi pel riferimento cronologico debbo contempora-

Fig. 24. — Soprapposizione del flysch eocenico (arenarie e scisti) al calcare cretacico, tra il Maglić e il Groblje.

neamente basarmi sul criterio stratigrafico e sulle analogie con le corrispondenti formazioni montenegrine che altrove hanno fossili, per quanto scarsi di numero, proprî dell'Eocene superiore.

Più variato è forse l'insieme scistoso osservabile lungo il piccolo torrente a settentrione del Crna Planina verso l'Opašanica; oltre a roccie arenacee, marnose, argillose policrome e conglomeratiche con elementi di roccie verdi alterate, vi si presentano brecciole a elementi calcarei, quarzosi e serpentinosi differenziate spesso in roccie più compatte, a grana minutissima, e tali brecciole ben distinte da quelle a tipo di verrucano dei terreni molto più antichi, convenientemente sezionate, mi hanno fatto riconoscere anche dei residui di nulliporidee del genere *Lithothamnium*.

Sulla sommità delle principali alture di questa parte di zona scistosa al principio del versante danubiano, sporgono, per lo più fratturati, gli strati calcarei che ne costituiscono l'ossatura, e chiari vi appariscono i rapporti di posizione fra gli

scisti che ammantano e i calcari che affiorano fra mezzo al *flysch* (fig. 25); così che non mi ha sorpreso di ritrovare fossili cretacei in quei calcari presso alla confluenza della Veruša con la Opašanica e cioè presso all'origine della Tara (fig. 26), i quali per essere sottoposti ad argilloscisti, marne e arenarie, erano stati considerati come paleozoici dagli autori.

Vinassa de Regny nella sua Nota dal titolo: *Fossili e impronte del Montenegro* (loc. cit.), in seguito alle osservazioni da me pubblicate nel 1903, cita e descrive le impronte osservate negli scisti e nelle arenarie di Han Garančić nella valle superiore della Tara e dei pressi di Jablan, nei cui dintorni il *flysch* viene a contatto con calcari a rudiste e raggiunge un'elevazione notevole nelle alture di Duške.

Fig. 25. — Altura di calcare cretacico ammantata dal flysch, nei Kuči orientali.

Le forme sono le seguenti:

Chondrites sp. vicina ad alcuni tipi del *flysch* italiano come *Ch. affinis* Stern.

Helminthoidea crassa Schaft.

Nulliporites aegea De Stef. dell'Eocene superiore di Karpathos.

Helminthopsis sp. ind. aff. alla *H. involuta* De Stef. dell'Eocene superiore di Karpathos.

Ichnytes Baldaccii Vin.

Ichnytes sp. ind.

Nella mia Nota presentata ai Lincei prima che io ritornassi in Montenegro, trattavo solo di quei terreni scistosi del territorio dei Kuči visitati nel 1902, affermando che non escludevo che terreni paleozoici si trovassero più ad oriente dei dintorni occidentali del Kurlaj e del Kom dove non si erano ancora estese le mie ricerche. — Questo credo opportuno di dichiarare perchè il barone Nopcsa (op. cit.) nell'accennare alle analogie dei terreni dell'Albania settentrionale con quelli limitrofi montenegrini, mostrando di non essere del mio parere ha generalizzato un

po' troppo le mie osservazioni quasichè in tutta la zona scistosa del Montenegro io non avessi ammesso altro che roccie appartenenti al *flysch* eocenico ([1]).

È molto probabile che nel bacino superiore della Tara altri lembi di *flysch* si presentino oltre i limiti da me segnati sulla carta, ma, dove mancano i rapporti sicuri di posizione con i calcari cretacei fossiliferi, non è agevole differenziare nettamente nelle zone più disturbate gli scisti eocenici da quelli consimili del Trias sui quali sono trasgredienti. Anche per tali ragioni se ho potuto seguire i terreni del *flysch* nei bacini della Veruša, della parte occidentale di quelli del Kurlaj e del-

Fig. 26. — Calcari della Creta sormontati da flysch tra la gola della Veruša-Tara e la Crna Planina.

l'Opašanica, non escludo che i confini di questa formazione potranno nel seguito venire modificati, e ampliati, come d'altra parte mi sono creduto in obbligo di rettificare il concetto che mi ero formato sull'età di talune formazioni del lago di Ricavac e dell'altura che lo chiude a settentrione.

Il Katzer (op. cit.) afferma che l'Eocene della Bosnia nel suo sviluppo arenaceo marnoso giace non solo in trasgressione sulla Creta, ma anche sui terreni più antichi; lo stesso si verifica nel Montenegro sud-orientale e ciò spiega come al pari che nella Bosnia, per citare una delle regioni meglio conosciute, l'*habitus* del *flysch* possa apparire più o meno evidente ed esteso a seconda che si presenti sovrapposto ai calcari

([1]) Avevo già incominciata la revisione delle ultime prove di stampa, allorchè dal Barone Dott. Franz von Nopcsa mi venne gentilmente inviata una sua interessantissima nota (*Weitere Beiträge zur Geologie Nordalbaniens*, Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien, 1, 1908) nella quale dà relazione degli ultimi risultati delle sue ricerche nei terreni, che, a confine col Montenegro da me studiato, si continuano nella limitrofa zona albanese. Sono lieto che l'egregio geologo concordi ora con le idee da me espresse in questo lavoro non solo sullo sviluppo delle differenti formazioni triasiche, ma anche su quello del *flysch* eocenico; e soprattutto mi compiaccio che in

della Creta o agli scisti permo-triasici. Purtroppo però in Bosnia mancano ancora gli elementi per valutare con sicurezza l'età di un altro *flysch* analogo a quello eocenico e connesso a serpentini, gabbri, diabasi e tufi e provvisoriamente posto dagli autori nella Creta; ma frattanto è indiscutibile che in formazioni consimili della valle del Drin, Cvijić [1] ha trovato pure delle nummuliti e citato roccie eruttive diabasiche e serpentinose, che, nell'Appennino almeno, vennero dimostrate dal De Stefani [2] appartenenti all'Eocene superiore.

D'altra parte non vi ha dubbio che nel complesso litologico del *flysch* balcanico si abbiano assomiglianze fortissime con le caratteristiche formazioni del *flysch* appenninico.

D'importanza non trascurabile come elemento di cronologia sono i calcescisti a *Chondrites Targionii* e *Chondrites intricatus* poichè, come afferma Mayer Eymar [3] in una sua pubblicazione sul *flysch*, l'associazione di queste due specie ben distinguibili, e spesso accompagnate con quelle forme singolari di *Helminthoidea* tanto frequente nelle marne del *flysch*, è caratteristica dell'Eocene superiore. Le suddette specie di *Chondrites* unitamente alla *Helm. labyrinthica* abbondano in tutto l'Appennino, dove le roccie della stessa natura marno-calcarea scistosa di quelle del Montenegro sud-orientale e che si alternano al macigno, appartengono appunto al tipico *flysch* a cui lo stesso Mayer Eymar dà il nome di piano Liguriano. Inoltre, per la comunanza di queste specie con quelle che nel *flysch* della Svizzera e della Francia vennero riferite concordemente al Bartoniano superiore, corrispondente — nell'Europa meridionale — all'Eocene superiore (piano di Priabona), ritengo le formazioni scistose di Premići, e in generale della parte occidentale e meridionale dei Kuči, come traccie sporadiche di quel *flysch* molto più sviluppato, che, ricco di varietà litologiche, comparisce nel versante pontico dei Kući.

Sembra del resto che formazioni simili non manchino neppure nel Montenegro settentrionale, poi che Cvijić, nel citato studio sulla morfologia della Bosnia, Erzegovina e Montenegro, afferma che nel Durmitor sono da riferirsi al *flysch* eocenico quei depositi marnosi, arenacei e argillosi ritenuti dal Tietze come strati di Wengen e che in mezzo ai terreni del Giura, Hassert ha raggruppato sotto la denominazione di *Durmitorschiefer*.

L'eminente geografo serbo attribuisce pure all'Eocene superiore le basse colline adiacenti a Scutari e le pendici sud e sud-est delle Prokletje, dove sarebbero comuni

---

seguito ai suoi ritrovamenti di nummuliti e di fucoidi in quei terreni scistosi presso ai confini montenegrini, da prima ritenuti intieramente paleozoici, egli abbia spontaneamente scritto: «Mit Ausnahme von Martelli war man daher allgemein der Ansicht, dass man es hier vorwiegend mit palaozoischen Schiefern zu thun habe. Auch ich selbst habe bis vor kurzem dieser Annahme gehuldigt und als eines der wichtigsten Resultate meiner letzten Reise ist zu bezeichnen, dass ich mich genötigt sehe, meinen früheren Standpunkt zu verlassen und mich zu Martellis Ansicht zu bekehren».

(1) Cvijić J. *Die dinarisch-albanesische Scharung*. Aus den Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. in Wien, Bd. CX, Abt. 1, December 1901.

(2) De Stefani C., *Le roccie eruttive dell'Eocene superiore dell'Appennino*. Boll. Soc. geol. ital., vol. VIII, Roma 1899.

(3) Mayer Eymar Ch., *Sur le flysch et en particulier sur le flysch de Biarritz*. Bull. de la Soc. géol. de France, 4e série, tome II, fasc. 4 (1902).

le roccie diallagiche più o meno alterate e quelle dioritiche citate già dal Boué [1] nella valle del Drin fino al distretto di Ipek e osservate pure dallo stesso Cvijić oltre che nella valle del Drin, sempre nell'Albania settentrionale, presso il lago di Okrida e nel distretto di Korika.

Non insisto più oltre sul sincronismo del *flysch* montenegrino con quello bosno-erzegovese ben noto a nord e con quello albanese sviluppato a sud; aggiungo solo che avrebbe d'altra parte dovuto sorprendere il non trovare anche in Montenegro qualche traccia di sedimenti eocenici superiori, per quanto attiva fosse stata la denudazione neogenica e recente, poi che è ormai assodato che non solo l'Appennino meridionale, ma anche gran parte della regione balcanica venne ricoperta dal mare durante la grande trasgressione eocenica.

Formazioni continentali.

Successivamente ai grandiosi effetti delle azioni orogenetiche, il territorio montenegrino non ha subìto nella sua configurazione altri notevoli cambiamenti all'infuori di quelli operati principalmente dall'erosione, che si appalesa oltremodo attiva tanto nel modellamento dei rilievi quanto nella potenza delle alluvioni, e dalla glaciazione. Geologicamente recenti, come a tutti è noto, sono quindi le anguste vallate a guisa di forre e i fenomeni carsici d'importanza così grande per la morfologia e così ben caratterizzati nella regione dall'irregolarità del suolo calcareo, modificato da un numero immenso di doline, di *karren*, di condotti sotterranei con i loro *ponor* e di bacini estesi circolarmente come i *polje* o allungati come le *uvalla*.

Per la mancanza di sicuri dati paleontologici e di profonde trincee nelle pianure, ancora rimane a decidersi se i fondi alluvionali dei dintorni di Podgorica possano poggiare su una base pliocenica, come venne constatato dal Vetters nella parte orientale del bacino del Lago di Scutari. Lasciando impregiudicata la questione per quanto concerne il territorio montenegrino, dove per altro non si conoscono affioramenti pliocenici, passo ad un esame delle formazioni continentali, non senza premettere che nelle mie escursioni, non mi fu possibile di tenere esatto conto anche delle particolari e molteplici influenze esercitate dalle formazioni continentali in genere sulla morfologia montenegrina, e che perciò mi trovo presentemente in difetto di taluni di quei dati, che potrebbero pure condurmi ad una esatta determinazione cronologica dei terreni alluvionali. Essendo mal sicure le epoche di queste formazioni del Montenegro, si sarebbe indotti a considerarne l'età relativa a seconda della loro soprapposizione e della loro maggiore o minor potenza verticale; e così si giungerebbe a ritenere più antichi i banchi dei conglomerati fluviali e i riempimenti detritici dei bacini e vallecole chiuse della regione carsica, e più recenti le alluvioni superficiali incoerenti e i materiali di falda e di frana; ma siccome è il fenomeno glaciale quello che anche nel caso nostro può fornire un importante criterio per le principali suddivisioni della serie quaternaria, credo ben fatto il cominciare questo capitolo passando in rassegna le

[1] Boué A., *Der albanesische Drin und die Geologie Albaniens, besonders seines tertiaren Beckens*, Sitzungsber. der Akad. der mathem. naturwissensch. Bd. XLIX, Abth. I, Wien 1864.

Traccie glaciali nei Kuči e nei Vasojeviči. — Dopo che contrariamente all'opinione di Hochstetter, Mojsisovics e Tietze, Penk (1) Cvijić (2) e Oestreichs (3) dimostrarono con ragioni morfologiche e climatiche l'esistenza di un'epoca glaciale nella penisola balcanica, si conobbero per opera dello stesso Cvijić traccie glaciali nel Montenegro settentrionale, così che, ritenendone probabile la presenza anche negli altri altipiani montenegrini, Hassert si risolvette ad un terzo viaggio nel Principato e giunse infatti a stabilire che nel Montenegro le vestigia dell'epoca glaciale sono tutt'altro che insignificanti (4). Dopo Hassert anche Vinassa (5) confermò la presenza di traccie glaciali nel Montenegro sud-orientale, citando inoltre le magnifiche morene di Greča.

Il contributo che a questo riguardo posso portare non è certo gran cosa dopo che l'occhio esercitato di Hassert ha scrutato tanta parte del territorio da me percorso; nondimeno le citazioni di qualche nuova località con traccie glaciali, unite a quelle già note, varranno ad affermare che l'estensione del glaciale è fra il Cem e la Morača molto rilevante, poichè in modo particolare attorno allo Žiovo rimangono le prove di correnti glaciali, che discendendo dalle vette principali si riunivano ricoprendo, a guisa di copertura spesso ininterrotta, l'attiguo altipiano; ed infatti anche nell'altipiano dei dintorni di Širokar, uno dei più ricchi di depositi glaciali, il ghiaccio si sarebbe esteso, secondo gli apprezzamenti del Hassert, per circa 70 kmq.

Ghiacciai e vedrette discendevano sull'altipiano dei Kuči da picchi che oltrepassavano di rado i 1900 e 2000 m. di altezza, lasciando le tracce del loro passaggio, della loro permanenza e del loro ritiro con morene marginali, di fondo e frontali fino a 1350 m. nel versante pontico (Lago di Rikavac) e fino a livelli molto minori e di circa 1100 m. (dintorni di Kržanje) nel versante adriatico. Hassert aveva già notato questo fatto, ma in più grande scala fra il Lovćen e il Kom perchè nel primo il limite di neve nel periodo glaciale sarebbe disceso da 1400 a 1100 m. mentre nel secondo traccie glaciali debolmente sviluppate darebbero per probabile il limite di una vôlta a 1800 m. circa (6). Tanto di questo fenomeno quanto dell'altro non meno rimarchevole, pel quale, malgrado la vicinanza di estesi centri glaciali e di rilevanti altezze, le formazioni glaciali sono più scarse nella zona degli antichi scisti — dove peraltro sarebbe più difficile il discernere i depositi morenici

(1) Penck A., *Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel*, Globus, 78, Wien 1900.

(2) Cvijič J., *Das Rila Gebirge und seine ehemalige Vergletscherung*, Zeitschr. der Gesell. für Erdkunde Berlin XXXIII, 1898. — *L'époque glaciaire dans la peninsule des Balkans*, Annales de Geographie IX, 1900. — *Morphologische und glaciale Studien aus Bosnien, Hercegovina und Montenegro.* loc. cit.

(3) Oestreichs K., *Reisen in Macedonien*, Verhandl. der Gesell. für Erdk. XXVI. Berlin, 1899.

(4) Hassert K., *Gletscherspuren in Montenegro*, Verhandl. des XIII Deutschen Geographen-Tages zu Breslau. Berlin, 1901.

(5) Vinassa de Regny P., *Traccie glaciali nel Montenegro*, Rend. R. Accad. Lincei, vol. X, 5ª serie, fasc. II. Roma, 1901.

(6) Per ciò che riflette il glaciale della penisola balcanica, può confrontarsi la mia Nota sommaria: *L'epoca glaciale nella penisola balcanica secondo gli ultimi studi.* Rivista geografica italiana, anno XII, fasc. VI-VII. Firenze, 1905.

specialmente profondi — debbonsi ricercare le cause nelle condizioni orografiche, geologiche e climatiche del territorio. Lo stesso Hassert dà molta importanza al fatto che nella parte più orientale del Montenegro le strette creste calcaree delle montagne più alte, quasi interamente costituite lungo i fianchi da terreni impermeabili e solcate da burroni, sono poco favorevoli all'accumulazione delle nevi che rapidamente si precipitano in basso; mentre condizioni più favorevoli ad un più largo sviluppo del fenomeno glaciale si hanno negli altipiani carsici, dove anche le numerose cavità e fenditure hanno favorito la persistenza delle nevi e la formazione di ghiacciai. Hassert che nel 1894 compì pure lo studio climatico del Montenegro, è più degli altri in grado di dare per certo che le correnti aeree provenienti dall'interno della penisola balcanica, prima di raggiungere le catene dinariche, perdono oggi, come hanno perduto probabilmente pel passato, molta della loro umidità, e che all'incontro gli altipiani centrali del Montenegro e le montagne costiere sono dominati dai venti piovosi dell'Adria.

Dalle osssservazioni climatiche attuali risulta infatti che le parti orientali del Montenegro ricevono meno precipitazioni che le occidentali, così che le vette calcaree isolate della zona prevalentemente scistosa non possono ritenere con tanta profusione l'umidità come le omogenee montagne calcaree dell'altipiano; e per conseguenza è logico indurre che anche nel periodo glaciale il limite di neve sarebbe salito sempre più in alto allontanandosi dal mare.

Non si potrebbe spiegare l'esistenza inconfutabile di antichi ghiacciai nel Montenegro, senza la sorgente naturale di precipitazioni derivanti dall'Adriatico. Ora, per quanto controversa l'origine del bacino Adriatico, sia per sprofondamento di un'antica terra sia invece per graduale restringimento delle sue rive, che al presente lo fanno apparire compreso in una geo-sinclinale, è certo che, magari con forma poco diversa dall'attuale, esso doveva esistere nel periodo glaciale; tanto più che pur ammettendo la scomparsa dell'Adria durante il più antico Quaternario — come crede il Tellini — invece che nel Pliocene — come hanno ritenuto per i primi Neumayr e Suess — non si verrebbe a pregiudicare o ad escludere l'esistenza dell'Adriatico durante l'epoca glaciale.

Nel versante adriatico dei Kuči il fattore climatico si unisce a quello geologico e altimetrico per rendere spiegabile la maggior influenza che il fenomeno glaciale ha determinato nei suoi paesaggi montuosi, rispetto a quella che appare nell'opposto versante, dove del resto anche ai giorni nostri i quantitativi pluviali sono notevolmente minori, tanto che è risaputo come nei territorî centrali dei Balcani l'altezza delle precipitazioni atmosferiche raggiunge 600-800 mm. mentre nel terreno costiero adriatico somma a 2-3 metri e nel Krivošije perfino 6 m. [1].

Col retrocedere dell'invasione glaciale, sono scomparsi pure i torrenti e la maggior parte dei vecchi laghi, che dai ghiacciai stessi e dall'acque di questi ripetevano la loro origine.

Fenomeni di glaciazione vennero citati da Hassert a SW dello Žiovo, ma non mi sembra che l'autore abbia ad essi data molta importanza, mentre in realtà spe-

[1] Cfr. Hassert, loc. cit., pag. 229 — *Regenfall in den Bocche di Cattaro und in der Krivošije*, Meteorolog. Zeitschr. 16, 1899.

cialmente a sud-ovest dello Žiovo e ad oriente di Kržanje si presenta un estesissimo ed oltremodo caratteristico paesaggio glaciale (fig. 27) con lunghe morene a forma di argine, intieramente costituite da un disordinato insieme di frammenti calcarei, in parte arrotondati e in parte angolosi, e di massi sparsi sulle rotondeggianti ed erbose superfici.

Un incompleto circo glaciale delimitato ad oriente da nettissime morene marginali consente di bene distinguere le formazioni moreniche da quelle alluvionali, che ad un livello inferiore presso Kržanje rivestono le pareti di una stretta vallecola scavata dalle acque di fusione dell'antico ghiacciaio. Questo sarebbe disceso lungo le pendici meridionali dello Žiovo, raggiungendo presso Kržanje il limite di minima ele-

Fig. 27. — Dintorni di Kržanje.
Depositi morenici del sistema glaciale a sud dello Žiovo.

vazione riscontrata fino ad ora in tutto il territorio ad oriente della Zeta e della Morača. Di questo paesaggio glaciale fa parte pure quell'argine morenico già citato da Hassert non lungi dalla strada di Kržanje allo sbocco di una valle d'erosione che irradia dalla montagna. A giudicare dagli abbondanti depositi osservati, bisogna convenire che questo ghiacciaio è uno dei più grandi della regione, poichè i suoi adunamenti, oltre ad occupare un'area abbastanza estesa, dovevano ricollegarsi con quelli che più a nord raggiungevano l'altipiano di Širokar attraverso le strette gole e i canaloni del Monojevo; e traccie sporadiche se ne trovano pure non solo risalendo verso lo Žiovo, malgrado che la continuità del fenomeno carsico abbia nel volger dei secoli alquanto cancellate le vestigia di quello glaciale, ma anche a sud di Strapće, dove indubbie morene di fondo trovansi delimitate a nord-est da una nettissima morena longitudinale, identica per forma e pel suo orientamento da SW a NE a quelle osservate pure da Hassert nel contiguo Monojevo.

I materiali per lo più angolosi che concorrono caoticamente alla formazione di queste morene risultano quasi per intiero di quello stesso calcare — ora grigio, ora

roseo, ora brecciforme e talvolta con resti di *megalodus* — che già sappiamo costituire la massa triasica dello Žiovo.

Non ho potuto seguire attraverso ai burroni del Monojevo le prove di una glaciazione continuata, che d'altra parte non può mettersi in dubbio date le relazioni idrografiche dirette fra le pendici nord-occidentali dello Žiovo e quell'altipiano di Širokar, nel quale importantissimi rilievi vennero a questo proposito compiuti da Hassert. Ritengo però che sarebbero estremamente lunghe e mal accertabili le ricerche sull'estensione e congiunzione dei varî ghiacciai in questo territorio, in cui il fenomeno carsico e la denudazione hanno in modo tale modificato la scultura superficiale,

Fig. 28. — Traccie glaciali presso il lago di Rikavac.

da imprimere attualmente un carattere del tutto frammentario alle traccie glaciali, e che solo con approssimazione e col soccorso dei criterî soggettivi un geografo potrebbe giungere a ricostruire cartograficamente la morfologia montenegrina durante l'epoca glaciale. Ma ciò che pertanto mi sembra abbastanza sicuro è lo sviluppo del glaciale tutto attorno allo Žiovo, il cui complesso montuoso rappresenterebbe, dalla quota altimetrica 1700-1600 in su, la grande area di alimentazione degli antichi ghiacciai dei Kuči, compresa nel limite delle nevi perenni durante l'epoca in discorso; a meno che per le già dette ragioni climatiche questo limite non sia maggiormente disceso nella zona del sistema montuoso dello Žiovo, lungo quella parte del versante occidentale dei Kuči che, con traccie di glaciazione, più si accosta all'Adriatico. È dunque probabile se non addirittura assodato che anche da gran parte della Kostica discendessero verso le altitudini minori dell'altipiano le fluenti masse ghiacciate irradiando verso settentrione, verso oriente e verso sud-est; ed invero altra provenienza non potevano avere quei ghiacciai delle cui morene rimangono traccie presso al lago di Rikavac (fig. 28), nei dintorni di Greča e nel bacino di Korita. A proposito di queste ultime noto che non vennero mai citate precedentemente e che hanno un'estensione ragguardevole, poichè, comparendo lungo la via da Orahovo per Korita nella vallecola fra l'inizio meridionale del Kaženik e i primi rilievi del Hum Orahowski, occupano tutto il bacino

carsico di Korita con morene arginiformi e con morene di fondo (confr. fig. 19). I torrenti che durante le pioggie provengono da Korita hanno però massimamente alterato la primiera morfologia di questo campo glaciale; dei depositi degli antichi ghiacciaj oggi più non rimangono che traccie sporadiche ma tuttora ben manifeste, tanto che tra il Soko e la base del Hum Orahowski, è abbastanza chiara la direzione NW-SE di una piccola serie di morene marginali.

La provenienza dell'antico ghiacciaio dalla Kučka Krajina e in altri termini dalla parte meridionale della Kostica, viene chiaramente attestata dai materiali che queste morene, sia marginali che di fondo, confusamente costituiscono, come massi, frammenti angolosi e ciottoli informi di calcare grigiastro, in prevalenza con resti di fossili triasici, calcari rossi e screziati ammonitiferi, calcari ocracei ooliticamente ferriferi e diaspri, quali non si rinvengono negli immediati dintorni del bacino in prevalenza cretacico di Korita, ma solo presso Radeć Velje nella profonda incisione fra i triasici Kuni Kostić e Hum Orahowski.

Anzi, persuaso fin dal primo momento che i diaspri e i càlcari ammonitiferi cosparsi pel bacino di Korita fossero erratici, per ritrovare il calcare rosso ammonitifero e i diaspri in posto, risalii lungo la probabile via percorsa dall'antico ghiacciaio e giunsi così presso Radeć Velje a scoprire quel lembo fossilifero triasico medio di cui ho già tenuto parola.

Oltre che per i depositi morenici, la morfologia del bacino di Korita, superficialmente poco dissimile da quello di Kostica, appare, come spiegherò più avanti, marcatamente influenzata dall'azione glaciale. Frattanto conviene mettere in evidenza che i fenomeni carsici di così grande importanza nel determinare l'attuale configurazione del bacino di Korita e della Kostica, si erano già attivamente manifestati durante quel periodo di tempo interposto fra il sollevamento orogenetico definitivo e il principio del quaternario, e che può ammettersi come sicura l'età preglaciale dei più profondi riempimenti delle vallate cieche della regione carsica.

Le argille fortemente ocracee, molto simili al *ferretto* delle Prealpi venete e ben distinte dalla più comune e diffusa terra rossa, ricuoprono qua e là i materiali detritici dei bacini carsici di Poprat, di Korita e di Kostica, e concordano molto con quegli strati di alluvione ferrettizzata, che talvolta si osservano alla base di potenti banchi conglomeratici nella Morača, rendendo probabile la loro appartenenza al *Diluvium* antico.

Interessante senza dubbio sarebbe stato il definire se il sistema Žiovo-Kostica ha subìto una o più glaciazioni, ma ogni indagine a questo riguardo trova un ostacolo quasi insormontabile nella cattiva conservazione e nel carattere tutto affatto sporadico delle traccie glaciali dei Kuči.

A Gropa Emeners, ad oriente di Korita sul margine meridionale di una piccola conca carsica, osservai pure delle accumulazioni caotiche di materiali che io sospetto morenici; ma dove ogni dubbio scompare è nella località di Greča sul Cem, interessantissima per le sue formazioni moreniche (fig. 29).

Le morene di Greča sono in serie subconcentriche e degradanti in livello e volume da oriente verso occidente; e una di esse in modo particolare, allungata da nord a sud, è d'apparenza freschissima tanto è ben conservata, e demarca la fronte del-

l'antico ghiacciaio discendente dalla Kostica verso la parte più settentrionale dell'alto bacino del Cem.

La disposizione originariamente ad anfiteatro delle morene di Greča, giacenti una dietro l'altra in modo simile a quanto avviene in qualche località dell'altipiano di Širokar, può interpretarsi altrettanto bene come conseguenza di ripetute glaciazioni e come conseguenza di ritiri graduali del ghiaccio durante lo stesso periodo glaciale. Ma in quelle zone verdeggianti di vegetazione e collinose, la struttura del sottosuolo non può per mancanza di tagli naturali, esaminarsi altro che a poca profondità e quindi infruttuosa risulta la ricerca di qualche formazione inter-

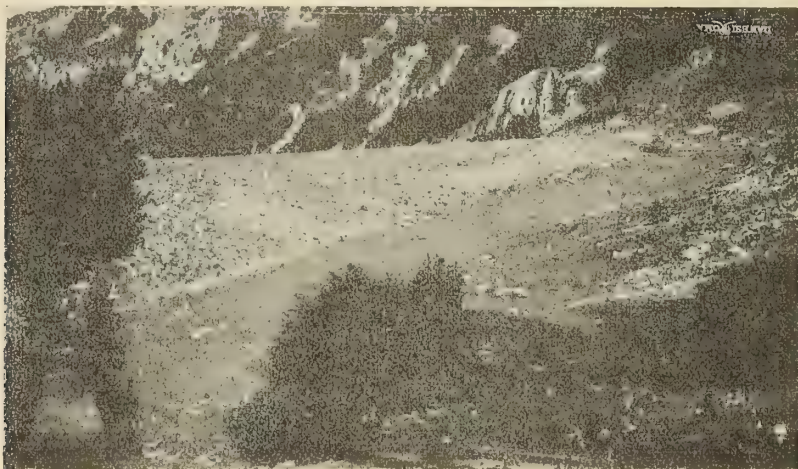



Fig. 29. — Greča. Morena.

glaciale intercalata fra i sistemi morenici, e atta a porre bene in evidenza le ripetute e distinte glaciazioni.

L'impronta carsica della Kostica risale, già l'ho detto, ad un'età preglaciale, poichè nelle sue vallecole d'erosione si trovano traccie indubbie di una lunga permanenza di ghiacciai; ma non bisogna disconoscere quanto abbia influito sul finale modellamento del territorio anche il fenomeno di cui ci stiamo occupando. E così la Kostica (confr. fig. 15) osservata dal Kuni Kostić o dallo Žiovo sembra modificata in una grande area alveolare dall'azione di numerosissime doline, mentre osservata da vicino risulta di dorsi calcarei, tondeggianti e sporgenti fra un ammasso incomposto di frammenti rocciosi, che appariscono nel loro complesso come morene di fondo, per le quali rimane sempre da stabilire se rappresentino veramente soltanto un deposito sottoposto all'antico ghiacciaio (*Untermoräne* dei glaciologi), oppure anche quei detriti che ricoprono spesso i ghiacciai e che vengono depositati allorchè gli stessi ghiacciai si ritirano, dando luogo ad un sedimento (*Grundmoräne* c. s.) analogo al precedente per apparenza e costituzione ma non per origine. La Kostica più che una regione con vestigia sporadiche del fenomeno glaciale, va considerata addirittura come un esteso campo glaciale; piuttosto rare mi sono sembrate in essa le morene marginali, tanto più che visitando il paese du-

rante la siccità rimane difficile distinguerle a prima giunta perchè una stessa tinta grigia della roccia e degli adunamenti morenici, sì di fondo che di margine, rende meno evidente la costituzione superficiale del terreno, in mezzo al quale si distinguono invece tanto bene le formazioni moreniche allorchè sul fondo erboso delle groppe rotondeggianti spiccano disordinatamente i blocchi di roccia.

Una corrente glaciale proveniente dalla Kostica si raccolse nella cavità di Rikavac, e il lago omonimo deve appunto la sua origine a questo fenomeno. Le morene di fondo sono conservate, e, dove i torrenti le hanno incise, si può constatare la forte prevalenza che hanno in esse i materiali calcarei su quelli arenacei. Anche Hassert fra i conglomerati di origine glaciale che hanno in gran parte ricolmato il bacino di Rikavac, osservò frequenti ciottoli striati. La natura argilloso-arenacea dei terreni fra i quali si è inalveato il lago, ha favorito la permanenza delle acque proprio nella parte più orientale e profonda del bacino glaciale di Rikavac, dove attualmente il defluvio verso la Skrobotuša rimane sbarrato; ma alla fine dell'epoca glaciale, il lago aveva un'ampiezza maggiore dell'odierna ed un livello più elevato di circa 70 m. come attestano le due alte terrazze una sopra all'altra, le quali, indicando due successivi ritiri del lago, provano pure che in passato le acque avevano libero il deflusso verso la Skrobotuša e la Vrmoša.

Dalla Kostica all'altipiano di Širokar si attraversa un paesaggio carsico dei più squallidi e caratteristici, con una altitudine media di 1700-1800 m. e tutto cosparso di doline, di guglie corrose, di groppe calcaree nude, rotondeggianti, e di traccie di morene frontali e di fondo povere di vegetazione. Anche dalle parti più alte di questo lembo remoto e dimenticato discendevano verso Širokar e la Veruša le masse ghiacciate.

Entrando nella zona scistosa si distinguono con maggiori difficoltà le traccie glaciali; ma gli argini erbosi, taluni dei quali disposti qualche volta a foggia di semicerchio, ed una serie di piccoli stagni senza scolo in parte già essicati, in parte in procinto di impaludarsi e contornati da depositi morenici, attestano assai chiaramente la diffusione rilevante dei fenomeni glaciali nel distretto di Širokar, già annoverato da Hassert come uno dei più influenzati dalla glaciazione.

Fra i laghetti inalveati in mezzo alle morene e ancora esistenti nell'altipiano di Širokar, ricordo il Bukomirsko (fig. 30), il Mutvo, il Guzovali jezero, poco lontani da Mokro ad un'altitudine di circa 1450 m., e distribuiti in serie nella vallecola tutta cosparsa di depositi glaciali e scavata fra le estreme guglie settentrionali del Monojevo e i rilievi in gran parte cretacei del Torrač e del Čebeza.

Non sembra che l'antico ghiacciaio che ha dato origine ai suddetti piccoli laghi si sia esteso più oltre del limite raggiunto col Vukomirsko Jezero, donde le acque di fusione si sarebbero precipitate verso la confinante valle della Veruša, che oggi nei suoi punti più angusti mostra i residui delle sue terrazze alluvionali.

Con l'avanzarsi nel versante pontico dove gli scisti sono in predominio, non s'incontrano più traccie glaciali finchè non si giunge alle pendici occidentali della Planinica presso Bindza. Qui una serie di collinette arginiformi, costituite da un incomposto ammasso di materiali detritici, si prolunga con rare interruzioni dall'alti-

piano di Carina fino quasi al confine sul Velepoja. Hassert non cita le morene di Bindza, ma nella massa calcarea della Planinica ha osservato un circo già molto alterato e con una piccola morena frontale incisa da uno stretto taglio.

Aggiungo inoltre che l'azione glaciale fra la Planinica e Carina è molto evidente non solo nel predetto circo ma anche in piccole e discontinue morene laterali prolungate verso nord, ad una quota 1650-1750 m. Ad un livello di circa 100 m. maggiore se ne hanno altre di aspetto meno antico, le quali per essere, a notevole distanza, comprese fra le prime assai più sviluppate e alterate, appaiono dovute ad una seconda e meno intensa glaciazione.

Fig. 30. — Bukomirsko jezero.
a. Trias. — *b.* Morene.

Nel Kom, come osserva pure giustamente Hassert, e in modo particolare sul lato esterno che a guisa di muraglia piomba a precipizio per più centinaia di metri, non si sono potute verificare condizioni favorevoli alle formazioni dei depositi glaciali e solo possono ritenersi come modificate dalla glaciazione le pendici ondulate ed erbose fra le quali si eleva la mole calcarea del Kom. Nondimeno avendo ascesa la vetta più alta del Kom posso affermare che hanno tutta l'apparenza di materiali morenici quelle agglomerazioni detritiche osservate pure da Hassert nell'interno, dove le due creste del Kom terminano con pareti a picco e dove alla fine di agosto si trovava ancora raccolta una piccola quantità di neve fra piccoli e bassi argini, simili a morene molto depresse.

Di fronte al Kom, presso al confine fra i calcari della cima e gli scisti sottostanti, Hassert notò nel Mojan ed io osservai sull'Iljine glave piccoli circhi glaciali molto danneggiati dall'erosione ma tuttora chiaramente riconoscibili, e ciò ad un livello di 1800-1900 m.

Nei monti paleozoici a NNW di Andrijevica e più precisamente nei rilievi a blande curve attorno al Lisa (1875 m.) e al Bač (1862 m.), la glaciazione — come

in tutta l'alta montagna scistosa del Montenegro — è poco o punto manifesta; ma sebbene manchino morene distinte, pure potrebbero ritenersi come indizî di glaciazione quelle accolte detritiche considerevoli lungo le parti più alte dei rilievi, le quali favoriscono la formazione di piccole sorgenti lungo il contatto con la roccia scistosa in posto. Subordinate appunto alla presenza di rilevanti depositi glaciali a circa 1800 m. di altezza sarebbero a parer mio le piccole sorgenti che, principale quella di Rupa (temp. 5° C. nell'agosto 1903), sgorgano fra il Lisa e il Bač fra gli ammassi detritici e conglomeratici superficiali e gli scisti paleozoici che ad essi servono di base.

Vinassa propende a ritenere per formazioni moreniche gli argini paralleli, diretti all'incirca da Est ad Ovest e che si trovano presso Kolašin nella piana di Vratlo, ammettendo come probabile che i ghiacciai, di cui Hassert ha osservato le traccie nell'alta Morača sulle montagne superiori ai 2000 m., possano essere discesi per la Plasnica fino a 950 m.

La forte rassomiglianza di detti argini con quelli che nella Veruša e nella Plasnica stessa ripetono la loro origine dalle alluvioni terrazzate, mette subito in guardia contro l'apparenza di ben mantenute morene mostrata da tali, secondo me, residui alluvionali, tantopiù che nemmeno nel versante adriatico più favorevole per ragioni climatiche ed orografiche allo sviluppo e alla progressione dei ghiacciai, rimangono traccie glaciali ad altitudini isoipsicamente corrispondenti.

In complesso adunque i circhi più netti si riscontrano sui ripidi pendii della montagna in parte scistosa e in parte calcarea, e i bacini glaciali più ampî negli altipiani nei quali il fenomeno carsico ha fin dai tempi preglaciali esercitato la sua azione modificatrice superficiale, e la permeabilità della costituzione calcarea impedito la persistenza dei laghi di circo.

Come in Bosnia e in Erzegovina, così anche nel Montenegro orientale si hanno segni di una glaciazione più antica e più estesa con traccie moreniche fino a 1100 m. ed i cui limiti climatici di neve sarebbero discesi fino a 1600-1700 m., mentre ad una glaciazione più recente e più limitata avrebbe corrisposto un limite medio di neve di circa 200 m. più alto. Ma dell'interglaciale non si hanno che traccie dubbiose e pur troppo nessun rinvenimento di faune quaternarie conforta l'affermata ripetuta glaciazione.

Qui torna a proposito il ripetere quanto, secondo le vedute dello Cvijić [1], ebbi occasione di scrivere nella citata Nota sull'epoca glaciale nella penisola balcanica.

« Ricercando nelle traccie glaciali della penisola balcanica gli equivalenti materiali delle invasioni glaciali alpine per giungere ad un raffronto cronologico, risulterebbe incontrastato che le due sicure glaciazioni balcaniche debbono sincronizzarsi con le più intense glaciazioni alpine, vale a dire con quelle dei periodi detti di Mindel e di Riss; ma con ciò non si viene ad escludere che anche il tempo di Würm, il più giovane e più intenso, non sia rappresentato nella penisola balcanica, compren-

[1] Cvijić J., *Neue Ergebnisse über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel.* Mittheil. der k. k. geogr. Gesellschaft in Wien, H. 5, 6. 1904.

dendo anzi pure quelle traccie che lasciano supporre l'influenza di una terza glaciazione. Questo parallelo non può però molto basarsi sulle osservazioni dirette, poichè le più antiche morene raffrontabili con quelle alpine del Mindel giacciono più profonde e, al pari delle più antiche terrazze fluvio-glaciali, sono molto disfatte e spesso in massima parte distrutte dall'erosione, e non poco al disopra di esse stanno le morene più giovani, meglio conservate e da sincronizzarsi nel loro complesso a quelle pure alpine rissiane e qua e là forse anche con quelle würmiane. Dunque, non rispetto ai caratteri morfologici ma solo riferendosi al tempo e all'intensità del fenomeno glaciale, le glaciazioni balcaniche si possono alla meglio confrontare con quelle alpine del mindeliano, rissiano e würmiano. La lunghezza dei ghiacciai e la potenza delle morene era infatti nei Balcani molto più esigua che sulle Alpi orientali, trattandosi di una glaciazione interna che si esplicò quasi esclusivamente nei circhi delle somme creste montuose, sugli altipiani carsici e di rado nelle piccole valli secondarie, giacchè in nessuna parte gli antichi ghiacciai discesero nelle vallate principali e si espansero fuori delle montagne, come si verificò invece nelle Alpi orientali durante le tre menzionate glaciazioni.

« Ovvie sono le cause di tali differenze; le Alpi giacciono 3-4 gradi più a nord delle piu settentrionali montagne dei Balcani con traccie glaciali e sono più abbondanti di precipitazioni; inoltre il limite delle nevi giacendo sulle Alpi alquanto più in basso, dovettero rimanere al disopra di detto limite aree di nevi persistenti molto più ampie e quindi ne derivò una maggiore alimentazione per i ghiacciai. Materialmente e stante il loro sviluppo, i vecchi ghiacciai balcanici possono compararsi con quelli degli stadî alpini würmiano e postwürmiano, con gli attuali ghiacciai delle Alpi orientali e in parte anche con quelli dello stadio di Gschnitz ».

Le alluvioni terrazzate della Veruša-Tara e del Lim, e i banchi di conglomerato della Morača, Mala Rijeka e Cem. — Le valli superiori di questi fiumi, per essere adiacenti alle regioni nelle quali la glaciazione ha lasciato manifeste traccie di sè e per far capo per la maggioranza a veri e propri circhi, sono rimaste più direttamente influenzate dall'azione fluvio-glaciale. Gli estesi nevai della Kostica, erodendo la roccia sottostante, trasportarono parte dei detriti nelle valli che si originavano da circhi e che percorse da ghiacciai e dai loro torrenti favorivano un ulteriore trasporto di detti detriti; e parte ne sospinsero verso le balze più o meno ripide della montagna, sulle cui pendici inferiori vennero così accumulandosi i depositi detritici. Quelle masse considerevoli di acqua che nel loro continuo ed irruente deflusso spiegarono una potenza erosiva così intensa da ampliare in breve e valli e gole, rendendole simili a cañons là dove condizioni favorevoli e fratture preesistenti avevano già parzialmente favorito fin dai tempi dell'emersione il corso alle acque continentali, travolsero pure verso il basso detriti provenienti dai ghiacciai e dall'erosione torrenziale, depositandoli in alti banchi allorquando, con l'allargarsi della valle, torrenti e fiumi venivano a diminuire di velocità, di forza e di facoltà di trasporto. Subordinate a queste condizioni sarebbero le potenti alluvioni dei dintorni di Andrijevica (Valle del Lim alla confluenza con la Zloriječica), di Kolašin e Vratlo (Valle della Tara presso la confluenza con la Plašnica) e della Veruša.

Ritengo pertanto che anche prima del periodo glaciale le principali linee della

odierna idrografia fossero già marcate nel Montenegro orientale, poichè quivi non mi sarebbero risultati nè forti salti nel corso dei fiumi, nè reliquie di possibili laghi di sbarramento o depositi e segni tali da lasciar supporre che le acque di fusione si fossero raccolte in bacini chiusi e poi aperta una breccia attraverso agli ostacoli frapposti al loro libero corso.

In relazione con l'epoca glaciale stanno senza dubbio gli approfondamenti e gli ampliamenti di quelle immense gole a guisa di tipici cañons scavate profondamente nella massa calcarea della montagna, perchè tanto la Morača, quanto la Mala Rijeka hanno origine presso a bacini glaciali ormai ben conosciuti, e forse anche il Cem

Fig. 31. — Andrijevica. Terrazze alluvionali (*a*).

farà capo a qualche circo di cui le alte ed inesplorate Prokletije non possono certo difettare. È indiscutibile che forre di erosione così profonde non avrebbero potuto raggiungere lo stato attuale di imponenza senza l'intervento di un lungo deflusso di acque, mentre nè avanti l'epoca glaciale nè attualmente le condizioni climatiche si presentano tali da produrre precipitazioni così abbondanti e atte ad originare effetti così grandiosi. Logico quindi è l'ammettere l'influenza dell'epoca glaciale nel determinare in modo quasi definitivo la grandiosità di dette forre.

Le potenti alluvioni terrazzate di Andrijevica (fig. 31) e Vratlo, e più in generale dei corsi superiori del Lim e della Tara debbonsi propriamente considerare come di origine fluvio-glaciale, data l'influenza diretta esercitata nella parte più alta di detti fiumi, dal fenomeno glaciale, e data pure l'adiacenza dei dintorni di Andrijevica e Vratlo ai territorî montani invasi dalla glaciazione. Esse risultano di accumuli potenti di sfasciume detritico, di ciottoli e blocchi di tutte le roccie esistenti nei bacini di alimentazione e in particolare delle soprastanti regioni pel passato coperte dai ghiacciai. È probabile che depositi di origine analoga abbiansi pure nel corso superiore del Cem come non difettano nell'alta Morača, ma è certo che i depositi fluvio-glaciali divengono sempre meno potenti nei corsi inferiori dei fiumi del Mon-

tenegro orientale, ed infatti puramente di origine fluviale sono le alluvioni conglomeratiche che dal corso medio fino alla foce presentano la Morača, la Mala Rijeka e il Cem, e che risultano di enormi accumulazioni di ciottoli cementati poi in tenaci

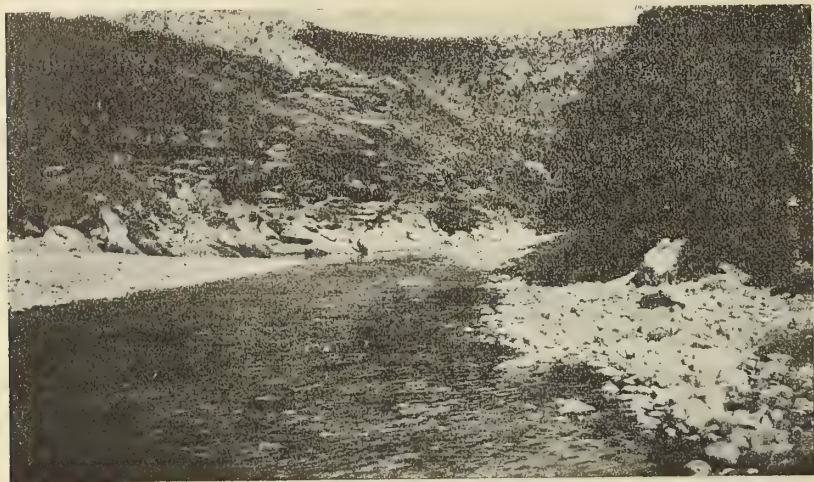



Fig. 32. — Conglomerati alluvionali presso la confluenza della Morača con la Mala Rijeka.

conglomerati, interessanti soprattutto per essere quasi esclusivamente costituiti da frammenti di quelle stesse masse calcaree incise profondamente dal fiume in tutta la porzione media e inferiore del proprio corso.

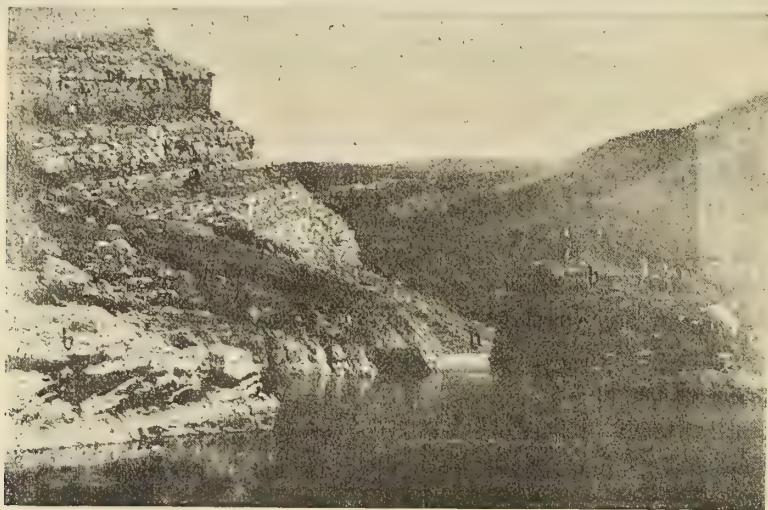



Fig. 33. — Il Cem a Gruda.
a. Calcari della Creta. — *b.* Banchi di conglomerati alluvionali.

Le alluvioni conglomeratiche della Morača (fig. 32), Mala Rijeka e Cem (fig. 33), sono per così dire più omogenee di quelle delle valli prossime agli antichi nevai, ma al pari di quelle del Lim e della Tara sono potenti talora fino circa 60 metri. Questa copiosa coltre conglomeratica rappresenta il prodotto di una forza di erosione e di tra-

sporto che solo speciali condizioni climatiche potevano favorire; e il fatto che le acque di detti fiumi scorrono attualmente al fondo delle loro stesse alluvioni, indica altrettanto bene, quanto gli stessi terrazzi della Tara e del Lim, che il sollevamento iniziatosi nel Miocene ha continuato pure nell'epoca postglaciale, ossia dopo le potenti deposizioni del più recente *Diluvium* e del più antico *Alluvium.* Difficile sarebbe invece il poter distinguere i differenti momenti delle formazioni conglomeratiche nei cañons, poichè, salvo qualche rara comparsa di alluvione ferrettizzata o apparentemente tale in taluno dei punti più profondi dei solchi scavati dalle acque, i conglomerati della Morača, Mala Rijeka e Cem sono fra di loro perfettamente analoghi, localmente indifferenziabili e privi di alternanze argillose. Solo quando la Morača e il Cem sboccano nella pianura incidendone le alluvioni, i loro conglomerati vanno ad immergersi sotto alle ghiaie incoerenti e al terreno agrario. Nel mezzo della pianura, le alluvioni si dimostrano di notevole consistenza anche nella loro parte superiore, poichè mentre alla base i conglomerati vengono dalla corrente maggiormente erosi ed asportati, superiormente rimangono sospesi e sporgenti in virtù della loro tenacità, dando luogo a quelle balme e semigrotte che nelle alluvioni conglomeratiche dei cañons montenegrini si ritrovano indifferentemente ad ogni altezza.

Le alluvioni della pianura di Podgorica. — Dal margine dei rilievi montuosi fino ai terreni acquitrinosi presso il lago di Scutari, la pianura quaternaria solcata dal corso inferiore della Morača, consta di banchi potenti di breccie e di conglomerati, a elementi di dimensioni raramente superiori alle cefalari, derivanti dalle alluvioni della Zeta e Morača insieme associate oltre le rovine di Dioclea, e da quelle dei principali loro affluenti come la Ribnica e il Cem.

La Morača e la Ribnica incidono nella pianura di Podgorica le alluvioni conglomeratiche, la cui potenza visibile, a giudicare dalle trincee operate da detti fiumi e in vario modo incavate da grotte e balme naturali, supera i trenta metri. La città di Podgorica sorge tutta su questa potentissima alluvione, costituita per intiero o poco meno da formazioni ciottolose calcaree. Ciò prova che dal principio del quaternario in poi la linea di displuvio pontico-adriatico non ha subìto spostamenti apprezzabili, poichè i bacini della Zeta, Morača e Ribnica sono oggi, in straordinaria prevalenza, formati da sedimenti calcarei mesozoici del tipo dinarico, mentre all'inizio del versante danubiano il predominio viene preso dalle formazioni arenaceo-argillose.

Tutti i ciottoli che rivestono le grotte e le balme nelle alluvioni, sono ricoperti da sottili concrezioni calcaree per opera delle acque liberamente filtranti in tali permeabilissimi conglomerati.

Talvolta, come ad est di Podgorica dove la Ribnica si è scavato un alveo molto grande, alluvioni di data recente, minute e atte ad essere coltivate, vennero deposte nelle ampie incisioni praticate nelle alluvioni più antiche.

Per l'attuale rifornimento, Podgorica ricorre a pozzi, i quali, scavati per lo più presso le rive della Ribnica nell'alluvione ciottolosa, raggiungono a 20-30 metri secondo i punti, il livello freatico, corrispondente per solito al livello delle acque della Ribnica e della Morača.

La valle della Morača dopo la sua confluenza con la Zeta viene considerata idrograficamente, se non tectonicamente, come un terminale restringimento del Lago

di Scutari, e, siccome fa parte integrale della depressione scutarina, rappresenta per conseguenza il margine settentrionale dell'antico Golfo del Drin.

Presso il ponte del Visir la formazione cretacica è messa allo scoperto, ma ordinariamente, salvo le isole cretaciche sporgenti nella pianura, il fondo della valle è costituito da banchi di breccie e conglomerati ammantati da una copiosa coltre di *humus*.

Tutta la pianura intorno al lago di Scutari subì nel quaternario un riempimento continuo per opera dei torrenti e fiumi che in essa venivano a sboccare. La stratificazione poco o punto turbata dei conglomerati nella parte meridionale della pianura di Podgorica, prova che essi vennero depositati nelle acque tranquille di un lago interno sebbene nessun fossile venga a corroborare questa generale asserzione, suggerita pure dai caratteri morfologici della pianura attorno al lago di Scutari. I terreni bassi intorno al lago rimasero coperti dall'acqua ed i torrenti che apportavano copiosi materiali, sboccando nel lago, venivano a perdere gradatamente la loro facoltà di trasporto, e a depositare materiali meno grossolani scostandosi dall'orlo del bacino. La massima invasione lacustre nella valle della Morača inferiore corrisponde indubbiamente all'epoca in cui si effettuarono le alluvioni ciottolose del Cem e della Morača, perchè questi fiumi, sboccando nella pianura, hanno inciso, talora per oltre 30 metri, le alluvioni che la ricolmano quasi altrettanto profondamente quanto quelle delle loro forre. E ciò proverebbe appunto che di fronte ai margini settentrionali del lago le acque si sarebbero ritirate, e che i fiumi si avanzarono sempre più approfondendosi per raggiungere l'abbassato livello lacustre.

All'alluvione ciottolosa così dilavata da apparire sulla sinistra del Cem come una steppa incoltivabile, succedono depositi minutamente detritici lasciati dal lago durante il suo ritiro, e quindi segue una grande zona di terreni paludosi. Questi però non sarebbero dovuti a quello stesso ritiro del lago che, verificatosi in un'epoca geologicamente recente ma storicamente remotissima, ha lasciato di sè traccie innegabili, ma secondo le ricerche del Tietze attesterebbero l'effetto di un poco intenso fenomeno opposto avvenuto ai giorni nostri, poichè si afferma dai vecchi che le sponde settentrionali ricche di coltivazioni vennero allagate e distrutte varie diecine di anni fa dalle acque del lago, le quali da quel tempo in poi convertirono i fertili campi delle loro rive in malsane paludi. E tali infatti sono i dintorni di Plavnica (fig. 34) e quelli pure acquitrinosi di Vir nel Montenegro meridionale, dove le alluvioni ciottolose della Orahostica e Crmnica si mescolano con le altre di relitto lacustre.

In quanto alle cause che avrebbero prodotto l'accennato fenomeno negli ultimi ventennî, Tietze scarta la ipotesi di possibili influenze di nuovi scoli sotterranei verso il lago dalla parte del carso montenegrino e quindi di maggiori precipitazioni nei bacini di alimentazione, perchè ad una causa così generale sarebbero dovuti seguire anche altrove effetti più estesi; ritiene perciò più verosimile il subordinare questo fatto al sollevamento bene accertato del territorio del lago presso il suo attuale emissario e, secondo me, in stretta dipendenza con gli imbrigliamenti delle alluvioni del Kyri con quelle della Bojana.

Formazioni continentali di carattere sporadico. — A complemento del presente capitolo, ricordo che nei bacini chiusi, nei polje, nelle doline e in generale

nelle cavità più o meno regolarmente riferibili a fenomeni carsici, si raccolgono con varia potenza i prodotti di disfacimento delle roccie circostanti. Nelle regioni pel passato invase dai ghiacciai, questi depositi si confondono con quelli morenici profondi; ma indipendentemente da ogni influenza glaciale, nelle località sempre libere dalla glaciazione i depositi detritici dei bacini carsici e delle doline meritano di essere segnalati non tanto per la loro importanza morfologica quanto per l'importanza agricola, poichè tali detriti, insieme con ogni altro deposito di dilavamento e con gli accumuli più o meno copiosi della comunissima terra rossa, rendono coltivabili e fertili i polje e i bacini carsici nei quali si raccolgono, rendendo meno desolante l'orrido squallore dei calcari dinarici.

Fig. 34. — Paludi di Plavnica presso il lago di Scutari.

Nella zona scistosa sono frequenti le frane; come nei ripidi ed abrupti pendii delle alte montagne calcaree sono frequentissimi i detriti di falda incoerentemente addensati e movibili a guisa di lavine, tanto da rendere difficile e pericoloso l'avanzarsi su di essi.

In linea generale può asserirsi che nella maggior parte dei pendii molto erti sono frequenti ed abbondanti i ricoprimenti di materiali frammentizî; ma più che nel Montenegro, nei monti albanesi della sinistra del Cem si distinguono anche di lontano caratteristici *crostoni* rivestiti di verdeggianti prati e prodotti da materiali di falda e da scoscendimenti.

Dovunque si abbiano formazioni argilloso-arenacee, o corsi d'acqua, non mancano per solito i materiali accumulati dagli scoscendimenti e dalle frane; ma salvo per quelle regioni nelle quali fu più o meno potente e sentita l'azione glaciale, rimane indeterminato se nel fenomeno abbiano prevalso cause attuali e recenti, o cause esplicatesi durante il quaternario, poichè anche le breccie appaiono talvolta prodotte dalla ricementazione di detriti di falda e di materiali di frattura, tal'altra invece da frammenti calcarei derivanti dalla degradazione meteorica e ricementati ad un livello altimetrico più basso.

A questo punto conviene arrestarsi per non oltrepassare i confini della geologia e per non invadere troppo il campo della morfologia, dove nuovi studî e nuove vedute si affollerebbero dinanzi a noi.

Riassunto sulla Tectonica.

Nei precedenti capitoli, ogni qual volta l'occasione si offriva non ho trascurato ragguagli generali sulle condizioni stratigrafiche delle varie località passate geologicamente in rassegna, così che a scanso di inutili ripetizioni e a guisa di riepilogo qui non mi resta che a coordinare le principali condizioni tectoniche dell'area esaminata.

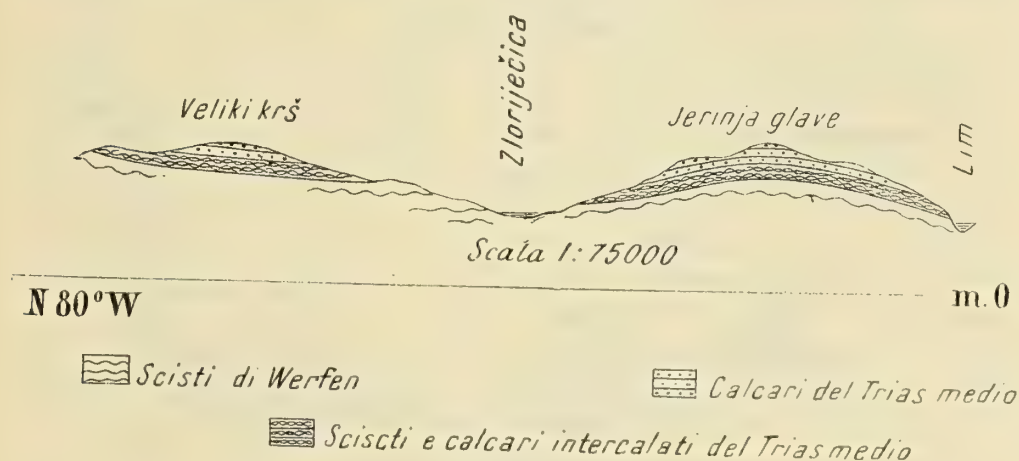
Riguardo alla struttura, il Montenegro sud-orientale consta di una serie di pieghe anticlinali alternate da sinclinali più o meno ampie e con i loro assi maggiori ordinariamente paralleli alla direzione NW-SE, corrispondente alla linea di sollevamento delle Alpi Dinariche di cui fanno parte integrante; poichè anche Cvijić dimostra che il sistema montuoso dinarico va presso a poco a terminare al Drin, oltre il quale subentrerebbe quello, da lui detto, Greco-Albanese e corrente N-S o NNW-SSE salvo frequenti deviazioni locali.

Intorno al territorio paleozoico orientale si aggruppano e succedono sistemi di strati sempre meno antichi e concordanti dal Paleozoico al Trias, mentre uno sviluppo saltuario e differente hanno le formazioni del Mesozoico medio e superiore e assai spiccata si presenta la trasgressione cretacica ed eocenica. Dall'Eocene in poi tutto il territorio rimase emerso, ma vi continuarono nelle epoche successive le azioni corrugatrici di quelle forze orogenetiche, le quali finirono col promuovere sollevamenti di depositi neogenici e postpliocenici lungo i margini del bacino adriatico meridionale.

L'imbasamento del territorio fra il Cem e la Morača, già considerato morfologicamente come un altipiano sormontato da rilievi, risulta nel versante adriatico di calcari e dolomie della metà superiore del Trias, e nel versante pontico di complessi scistosi paleozoici e triasici inferiori.

I terreni paleozoici sono interessati da disturbi stratigrafici continui e molteplici e chiaramente contornati dalle masse mesozoiche, che ad essi sovraincombono in modo irregolare a causa pure delle ripetute e forti incisioni dalle quali la regione scistosa viene solcata, si mostrano disposti, rispetto alla tectonica, in una grande anticlinale complicata da numerosissimi ripiegamenti di secondaria importanza.

Le formazioni superiori del Trias, le quali, mediante l'interposizione degli scisti di Werfen e della *facies* scistosa del *Muschelkalk*, vengono a soprapporsi all'anticlinale predetta, in virtù delle loro masse calcaree bene stratificate, lasciano riconoscere con minore difficoltà le principali pieghe nelle quali vennero costrette dalla somma dei moti orogenici. Considerando però la disposizione odierna dei depositi triasici del Montenegro orientale, occorre tener presente che le montagne calcaree

sporgenti sull'altipiano scistoso dei Vasojeviči non sempre vengono caratterizzate da pieghe ben definite, poichè la formazione triasica è frequentemente interrotta dalla denudazione, così che solo di rado può dedursi con sicurezza la prevalente direzione stratigrafica e l'originaria tectonica di quelle masse mesozoiche, pel passato più estese e continue, e corrugate in ripetute pieghe brevi e ampie, come ancora è dato distinguere nei monti fra la Peručica e il Lim. In essi permangono infatti le traccie di pieghe calcaree triasiche modificate da pieghe secondarie e selle, in modo da originare delle piccole cupole ellissoidali con gli assi maggiori allungati nella direzione NW-SE della stratigrafia. Il profilo n. 1 si riferisce appunto ai dintorni

Spaccato n. 1.

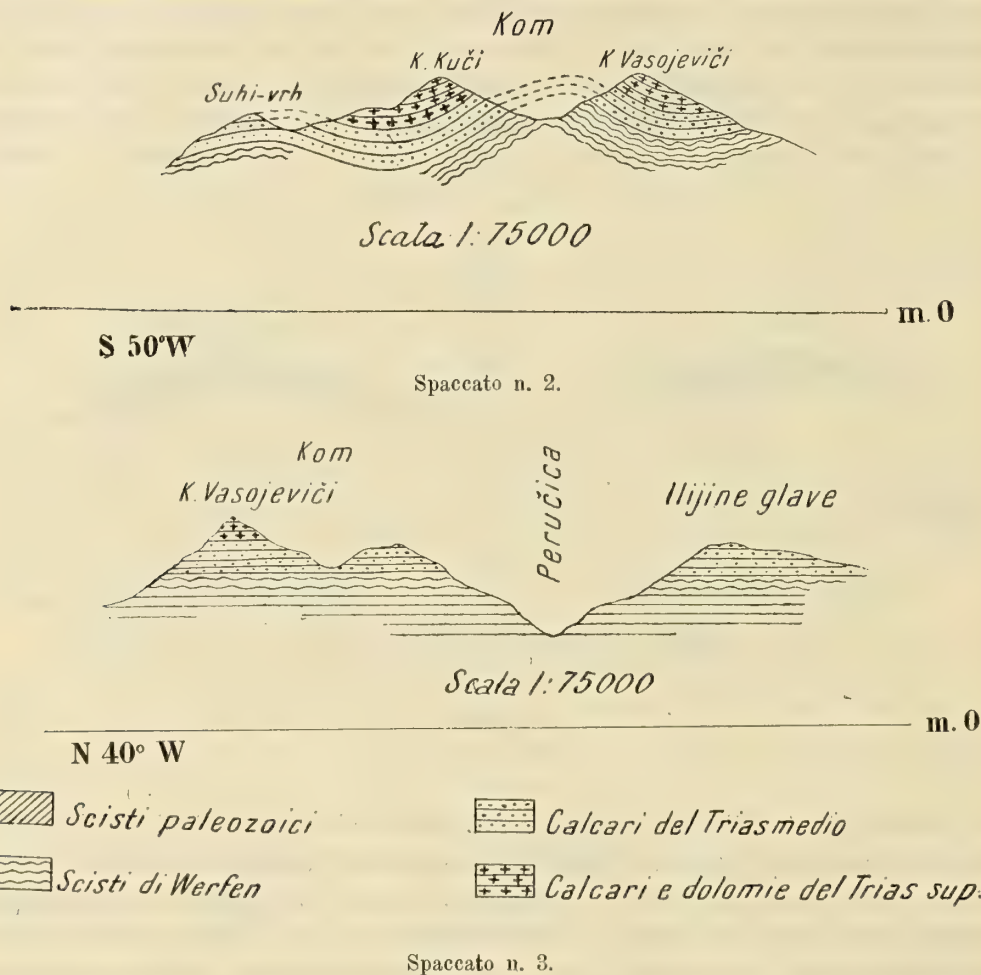
meridionali di Andrijevica sezionati normalmente al corso della Zlorječica. Nel Kom si hanno pure prove non dubbie della primitiva disposizione domiforme de' suoi strati, perchè delle due vette di cui consta la maggiore montagna di questa regione, quella occidentale (Kom Kuči) ha strati immersi a SW e l'altra orientale (Kom Vasojeviči) a NE. Gli spaccati 2 e 3 illustrano tectonicamente la regione del Kom lungo le linee segnate sulla carta. Il profilo n. 3 segue la direzione stratigrafica e dà un'idea delle relazioni geologiche fra il Kom e i prospicenti monti di confine.

Il Trias del Kom e della Planinica raggiunge un livello altimetrico considerevole, sovraincombendo ai più antichi terreni nell'area di affioramento dell'anticlinale paleozoico.

Nella regione dello Žiovo il Trias affiora fra mezzo a terreni più recenti in una grande piega ellissoidale con l'asse maggiore diretto NNW-SSE e con i proprî fianchi immersi, in modo abbastanza palese ma con differente inclinazione, verso la periferia; e siccome gli strati sono più fortemente inclinati verso NE che non verso SW, l'asse maggiore dell'ellissoide in luogo di passare per la vetta dello Žiovo, che trovasi quasi al centro del grande affioramento, passa invece alquanto ad oriente fra lo Žiovo e il margine orientale della Kostica. Ad attestare inoltre la poca regolarità geometrica di questa piega vale pure il fatto che a NW verso Strapče, il

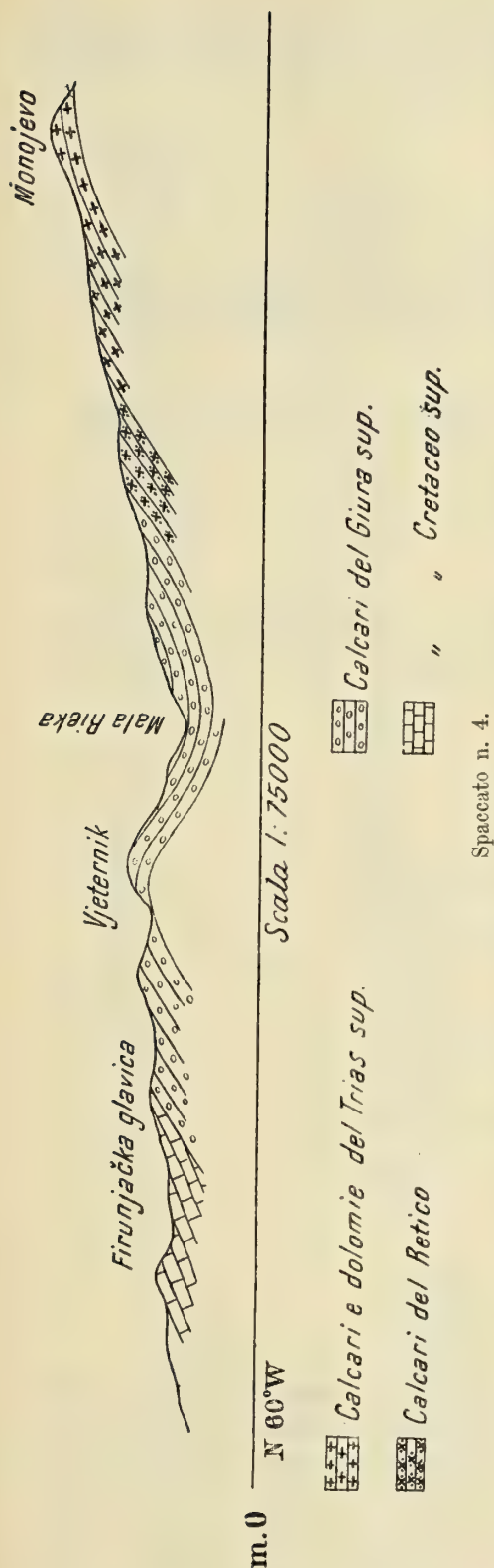
valore angolare dell' immersione è molto meno rilevante di quanto non si riscontri sull'opposto lato sud-orientale, per tacere di tutte quelle inflessioni a grandi curve che, sia nel versante della Mala Rijeka sia in quello del Cem, corrugano ulteriormente questa formazione triasica.

Spaccato n. 2.

Spaccato n. 3.

A NW dello Žiovo la formazione giurese cinge quella triasica ed estendendosi da Strapče oltre la Mala Rijeka, si sviluppa considerevolmente nel Vjeternik. A Strapče gli strati giuresi sono immersi a NNW e nei fianchi sud-orientali della cupola del Vjeternik a SSE; così che rimane manifesta l'esistenza di una sinclinale fra lo Žiovo e il Vjeternik (confr. spaccato n. 4).

Fra la Mala Rijeka e la Morača esistono ondulazioni di poca importanza tanto nella sinclinale fra il Vjeternik e i dintorni nord-occidentali di Peljev Brijeg, quanto nel successivo e fortemente eroso anticlinale, sui cui fianchi vanno poi a soprapporsi i calcari cretacei.

I rilievi cretacei a settentrione dell'altipiano carsico hanno una direzione NW-SE corrispondente all' incirca a quella della stratificazione; i loro calcari, quando non

Spaccato n. 4.

vengono messi allo scoperto nei tagli naturali della Veruša e della Tara o non costituiscono quasi per intiero alture rocciose come il Torač e il Ćebeza, sporgono fratturati fra il mantello di *flysch* sulle sommità dei principali rilievi come il Maglić, il Groblje e il Crna planina, con una disposizione stratigrafica che fa apparire la serie di tali alture come dovuta alla brusca interruzione di una lunga piega anticlinale al disopra del bacino del Kurlaj.

I terreni mesozoici che succedono invece a sud dello Žiovo, della Morača e del Cem risultano di più pieghe principali e solo approssimativamente definibili per l'omogeneità della loro costituzione calcarea; e trattando del cretacico del paese fra lo Žiovo e la pianura ne abbiamo pure accennate le principali caratteristiche tectoniche, affermando che la regione dello Zatrijebac rappresenta nell'insieme una grande sinclinale estesa dal Helm allo Žiovo e complicata da tre lunghe pieghe originarie, parallele alla direzione stratigrafica NW-SE e subordinatamente NNW-SSE e WNW-ESE. Ora, collegando le varie osservazioni fatte in proposito, risulterebbe che per l'area da me studiata, la più settentrionale di queste pieghe, dall'anticlinale giurese il cui asse passa presso Peljev Brijeg, si prolungherebbe, incisa dalla Mala Rijeka, per i dintorni di Kržanje, Stražica, sud di Siroka Korita, fino al Kaženik e Suka Lakut sul Cem. Quindi la regione a nord-est di questa linea fino alle pendici meridionali del Vjeternik e dello Žiovo viene compresa in una sinclinale.

La seconda piega intieramente cretacica, estenderebbe il proprio asse anticlinale dai dintorni meridionali di Klopot, fino a Bukovic sull'alta riva sinistra del Cem, attraverso ai dintorni settentrionali di Ubli e quelli di Orahovo e di Trijepši. Questa

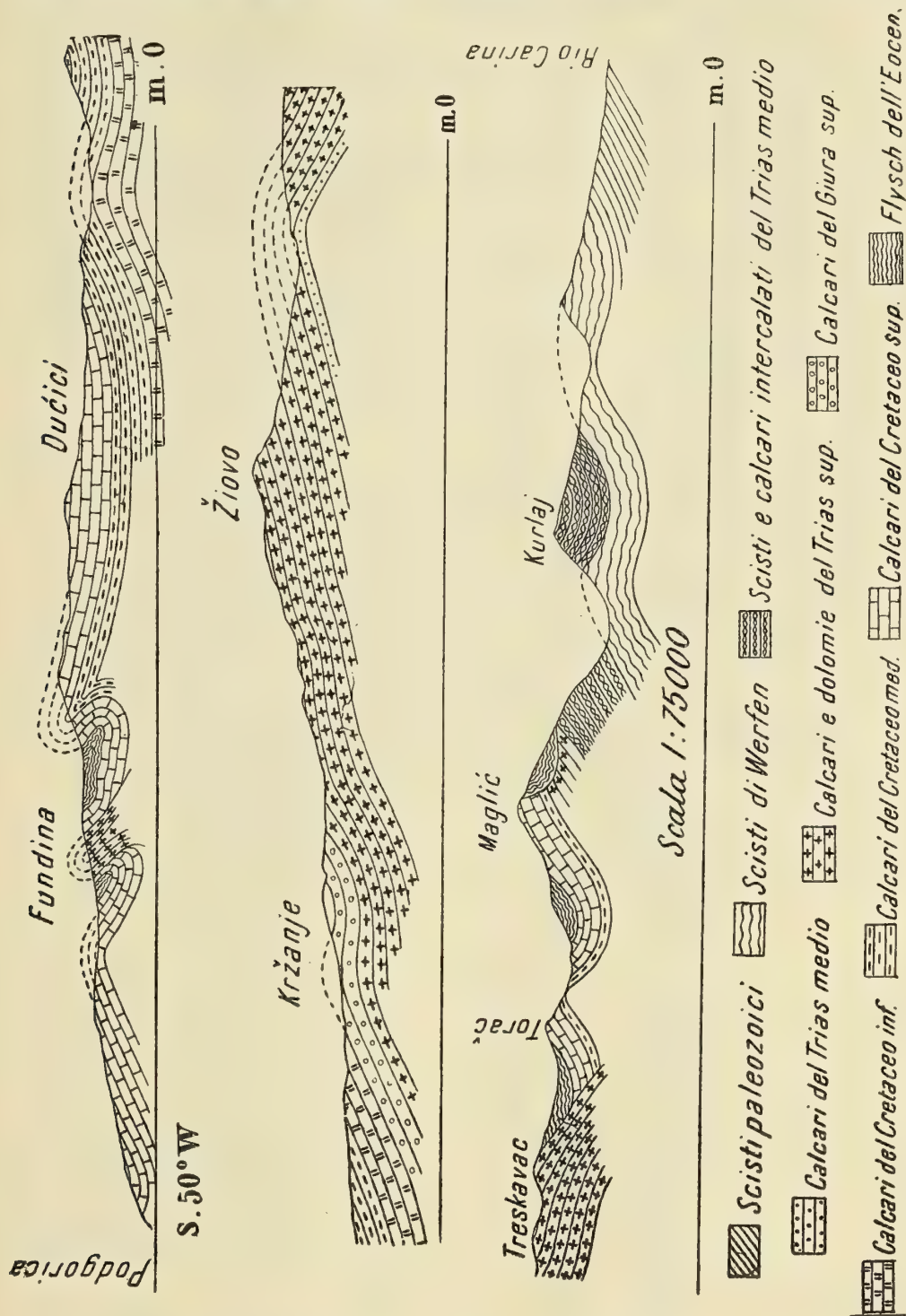
piega, se le osservazioni stratigrafiche non mi hanno tratto in inganno, mi risulterebbe più addossata alla precedente che non a quella successiva, che si prolunga dai dintorni di Medun al territorio di Gruda comprendendo pure il rilievo del Helm.

Spaccato n. 5.

Il fianco nord-orientale di quest'ultima piega, per quanto accidentata dai fenomeni carsici e dagli agenti atmosferici come tutta la regione dello Zatrijebac, è tectoni-

Spaccato n. 6.

camente più regolare che non quello del versante della pianura, poichè l'affioramento triasico dei dintorni di Fundina ha determinato quelle condizioni stratigrafiche particolari e già descritte, per le quali fu possibile l'impigliamento di lembi di *flysch* nelle anse della formazione cretacica. Occorre ricordare che la stretta piega triasica rovesciata nel venire a giorno fra i ripiegamenti cretacei, che nelle loro flessioni hanno impigliato terreni scistosi dell'Eocene superiore, non costituisce la sommità

delle alture di Fundina, ma sibbene comparisce, secondo pure le indicazioni di Vinassa, presso Premići, lungo i fianchi occidentali del Helm.

Spaccato n. 7.

Ad ovest del Helm, subito sotto la cima, gli strati ippuritici inclinati di 25° a NNE rimangono bruscamente interotti e intramezzati da scisti eocenici fossiliferi.

Spaccato n. 8.

Condizioni analoghe, sebbene con ripiegamenti più ampi, si ripetono ancora due volte sopra e una subito sotto alle dolomie con *Gyroporella*. Essendo evidente l'impigliamento eocenico nella Creta, è logico riconoscere che questa si è dovuta ripetutamente e fortemente corrugare in anguste anse, e che, malgrado l'erosione delle sommità anticlinali, la costante inclinazione a NE dei banchi ippuritici alternati da depositi eocenici, rivela la disposizione a pieghe isoclinali assunta dai terreni cretacei nei dintorni di Fundina.

Corrugamenti secondarî di poca entità modificano alquanto la gamba est di quella grande sinclinale, che, parallela all'asse adriatico, dà origine all'ampia valle di Podgorica.

Lo spaccato n. 5 riproduce le condizioni stratigrafiche dei dintorni di Premići fra il Helm e la pianura.

Così pure i rapporti del *flysch* di Greča con i calcari della Creta e del Trias vengono posti in evidenza dallo spaccato n. 6.

Gli spaccati n. 7 e n. 8 riassumono le principali condizioni tectoniche della regione studiata, ed essendo necessariamente schematici, non riproducono le numerose contorsioni secondarie, che accompagnano per solito le pieghe principali e delle quali nemmeno nell'esame diretto sul terreno è possibile di tener conto. Anche le indicazioni date sull'estensione delle principali pieghe hanno spesso un valore approssimativo, poichè le pieghe stesse appaiono quasi sempre fortemente dislocate e denudate.

La sezione n. 7 mostra le condizioni stratigrafiche dell'altipiano dalla

pianura di Podgorica fino al Kom, lungo una direzione S 50°W e coordina pure quanto abbiamo esposto sulla costituzione e tectonica del paese.

Il profilo n. 8, come indica pure la linea dello spaccato riportata sulla carta, rappresenta una sezione — più ad ovest della precedente — dell'altipiano carsico fra Bioče sulla Morača e la Lijeva Rijeka lungo la direzione S 30°W seguente all'incirca, come nel profilo n. 7, la normale alla direzione stratigrafica.

Le dislocazioni di questo territorio non sono accompagnate da faglie ben manifeste e tali da produrre, nelle differenti formazioni, dislivelli rimarcabili per la loro importanza tectonica e morfologica; ma in deficienza di vere faglie, le non poche pieghe principali, le numerose pieghe secondarie e subordinate in unione con le frequenti fratture nelle pile di strati di uno stesso sistema, attestano quanto complessi siano stati i movimenti delle diverse masse sedimentarie sotto l'imperio delle forze orogenetiche, le quali, determinandone il sollevamento, hanno abbozzato in modo grandioso la plastica attuale dei terreni montenegrini, ulteriormente scolpiti e cesellati dagli agenti atmosferici e dalle azioni chimiche e meccaniche delle acque correnti superficiali e sotterranee.

Nel Montenegro orientale l'orografia è meno influenzata dalla tectonica che non presso la costa, così che di rado le vallate vi si prolungano per grandi tratti seguendo le linee tectoniche; e ciò si spiega più pel fatto che gli altipiani montenegrini si estendono per vaste aree con caratteri superficiali strettamente legati alle azioni esodinamiche, che non pel fatto, ammesso come probabile da taluni studiosi della geologia balcanica, che il ripiegamento dinarico abbia dovuto intensamente modificarsi presso ai suoi termini meridionali, a causa del sollevamento dell'Alpe Albanese, effettuatosi con direzione quasi normale all'asse adriatico.

PARTE SECONDA

Montenegro littoraneo

Cenni morfologici.

Fra il lago di Scutari e l'Adriatico, fra l'ultimo tratto della catena del Rumija col corso inferiore della Bojana e l'Orahostica, che discende dall'estrema dorsale dal-

Fig. 35. — Valle della Crmnica nel Montenegro meridionale.

mata fino al predetto lago di Scutari, si comprende la regione meridionale montenegrina del Primorje o zona littoranea, della quale ci siamo proposti di dare qui la descrizione geologica. Da Vir, costruito a fior del limo sull'alluvione acquitrinosa dei torrenti Crmnica (fig. 35), e Orahostica, muovendosi verso il passo del Sutorman (m. 850) per raggiungere poi i dintorni di Antivari e quindi quelli, più a sud, di Dulcigno, ci si aggira di continuo fra paesaggi montuosi, i quali, con tratti morfologici meno rigidi e con terreni più svariati di quanto non si riscontri più a nord della stessa catena costiera, sembrano temperare quell'insieme di rupestre, di arido e di amorfo che impronta in modo caratteristico il Montenegro occidentale, impressionando sinistramente il viaggiatore che da Cattaro si reca a Cettinje e discende per Rijeka fino al lago di Scutari. Quelle serie di alture tanto interessanti per la loro flora e per i loro terreni non difet-

tano nemmeno di una certa importanza etnografica, giacchè i gruppi slavi ed albanesi, pur trovandosi mescolati in tanti piccoli villaggi, mantengono ciascuno i proprî costumi e le proprie usanze a seconda delle tre religioni — maomettana, cattolica e ortodossa — professate in questo territorio.

La catena costiera montenegrina fa parte integrante del sistema dinarico e si distende dal Krivošije oltre il Lovćen (m. 1644) e l'estremo lembo dalmata di Budua e Spizza fino alla Bojana, dimostrando, malgrado la sua nettissima forma di catena, una complessa orografia.

Questa catena costiera, fra i dintorni di Vir e quelli di Antivari, si mostra morfologicamente costituita da due principali linee di rilievo allungate entrambi da

Fig. 36. — Il Rumija, dalla marina di Antivari (Pristan).

NW a SE, e delle quali l'una comprende i monti lungo i confini del Montenegro con la Dalmazia meridionale, e l'altra la così detta catena del Rumija, che bipartisce nettamente il Primorje separando il territorio carsico della Krajina — compresa nel versante scutarino poco praticabile e poco visitato — dai territorî montenegrini che si distendono lungo il littorale adriatico. Un'attiva erosione ha molto accidentato il territorio del Montenegro fra il lago di Scutari e l'Adriatico; ma sarà pure còmpito nostro il ricercare i rapporti fra le due citate linee di rilievo, alle quali, per facilitare il lavoro di chiunque si accinga a ricostruire l'originaria orografia di questo territorio, anche Cvijić [1] accenna, nel porre in evidenza l'irregolare disposizione a scenario delle pieghe e la frequente variazione della direttiva dinarica NW-SE.

L'incisione profonda fra la parte settentrionale della catena del Rumija e quella meridionale della catena di confine dalmata-montenegrino rimane interrotta dall'altura del Sutorman, la quale, riunendo da oriente ad occidente il Kosa col Vršuta, assume

[1] Cvijić J., *Die dinarisch-albanesische Scharung*, Sitzungsb. der k. Ak. der Wissensch. Bd. CX (December 1901).

pure una funzione idrografica importante servendo da spartiacque fra il lago di Scutari a nord e l'Adriatico a sud.

Le quote altimetriche delle principali vette di questa regione costiera non sono rilevanti, ma siccome la serie continua dei rilievi si solleva bruscamente dal livello marino e raggiunge, con una distanza orizzontale relativamente breve dalla riva, altezze che arrivano nel Rumija (fig. 36) a 1593 metri, si comprende quali difficoltà si debbano superare nelle comunicazioni fra il territorio montenegrino nel versante del lago di Scutari e quello del mare Adriatico, tantopiù che i ripidi fianchi della catena del Rumija, a cui fa seguito in territorio albanese quella minore del Taraboš, non

Fig. 37. — Paesaggio carsico della Krajina, dalla Čafa Iftijani ad oriente del Rumija.

consentono un opportuno sviluppo di curve per raggiungere con minor disagio e fatica uno qualunque dei valichi, tutti molto elevati sul mare.

Appena si è raggiunto il valico del Rumija a 959 metri, dopo essersi erpicati su per gli aspri fianchi del monte scolpiti a scaglioni al di sopra di Antivari, e su per la ripidissima Bijela Skala, si distende allo sguardo un paesaggio carsico (fig. 37), con notevole declivio verso il lago di Scutari. Si tratta della parte orientale del Primorje più desolata e meno praticata, giacchè la sua viabilità si residua a scarsissime mulattiere, le quali non possono nemmeno nell'intiero loro percorso ritenersi sempre degne di questo nome! La Krajina, uniformemente costituita da calcare triasico e giurese, è irta di massi sporgenti, dentellati e corrosi, ricca di tipiche doline, di cavità irregolari e di vallecole d'erosione, e intramezzata talvolta, particolar-

mente a sud, da ampi e ben coltivati *polje*, i quali, in rapporto specialmente ai deserti rocciosi delle superiori pendici orientali della catena costiera, si presentano come uniche zone veramente produttive. Il suo territorio rappresenta dunque la pendice orientale della catena del Rumija e anche in rapporto alla stratigrafia, che mostra d'ordinario un'inclinazione piuttosto forte verso NE, sembra risultare di un ammasso informe di balze e di dirupi declinanti talvolta quasi a precipizio verso il lago, su cui in generale finiscono con fianchi ripidi e scoscesi.

Il versante adriatico meridionale della costa montenegrina è meno omogeneo per costituzione geologica, giacchè presenta spesso alternanze di *flysch* e di calcare,

Fig. 38. — Regione superiore della Zeleznica (zona sistosa del Trias inferiore e medio) e la baia di Antivari.

ma morfologicamente più regolare, perchè fino a Dulcigno e disgiunte da valli allungate da NW a SE, si succedono le pieghe della Volovica, Mužura e Bijela Gora, le quali verso il mare s'inclinano e quasi si addossano, mentre a sud-est nel versante opposto, una serie di basse colline va a perdersi nella grande depressione scutarina.

A proposito del Primorje constateremo in seguito che il prevalente sviluppo è assunto in esso dalla formazione triasica ripetutamente piegata, la quale, oltre a zone di argille ed arenarie scistose varicolori attraversate da formazioni eruttive porfiritiche, presenta una ricca serie di calcari rossi, bianchi, ceroidi, brecciati e dolomitici quasi tutti fossiliferi. Notevole pure è l'estensione dei calcari giurasici nella Sozina planina e nella Krajina, mentre soltanto fra il Trias di Antivari e il Miocene di Dulcigno, nella ricordata serie di corrugamenti per lo più paralleli fra di loro, dorsali cretaciche affiorano fra i calcari eocenici e le arenarie e argille scagliose di quel *flysch*, che, dove non è interrotto dall'erosione, si presenta saltuariamente sulla costa dalmata fra Cattaro, Budua e Spizza.

In contrapposto alle rive scutarine della Krajina, uniformi e ripide, stanno le coste fra la baia di Antivari (fig. 38) — la quale continua come pel passato a riempirsi lentamente in conseguenza dei trasporti torrentizi della Zeleznica e Ričanac — e i dintorni di Dulcigno; coste che sono frastagliate da insenature anguste ma abbastanza profonde e facilmente approdabili, principali quelle di Val Kruči e Val di Noce. Il piccolo porto di Dulcigno ha un'importanza particolare specialmente pel geologo, perchè risulta contornato da un calcare arenaceo miocenico, ricco di fossili, mentre le precedenti insenature si aprono principalmente fra quei corrugamenti costieri dove il *flysch* eocenico, addensato nelle sinclinali interposte, ha mal resistito all'abrasione.

La formazione miocenica ricomparisce anche ad oriente di Dulcigno nei dintorni di Pištuli a Golumbe e insieme con gli scisti e le arenarie del *flysch* va quindi ad immergersi sotto alla grande pianura del Fuša Zogaj, che si distende ricca di dune lungo la spiaggia fino alla quasi stagnante Bojana.

Sulla natura fisica e geologica dei terreni insisteremo con maggiori dettagli trattando delle diverse formazioni, ma intanto non è superfluo premettere che la geologia del Montenegro littoraneo si presenta oltremodo interessante anche perchè le profonde incisioni longitudinali dei rilievi correnti parallelamente alla costa, offrono inesauribili argomenti a studî di dettaglio. Inoltre, i varî sedimenti denudati in alte serie e bene spesso fossiliferi, rendono grate le ricerche geologiche in questa regione e valgono a compensare delle difficoltà, che, per la scarsezza dei fossili e per i poco sensibili passaggi da una formazione all'altra, lo stratigrafo incontra sia nello studio della zona carsica sia in quello della zona scistosa orientale.

Notizie bibliografiche.

Di notevole interesse per noi riuscirà un rapido esame delle conoscienze geologiche sulla regione fra l'Adriatico e il lago di Scutari, costituita da quello stesso sistema montuoso che oltre ai lavori già citati del Tietze, Hassert, Baldacci e Vinassa de Regny, deve anche in parte la sua illustrazione alle Note del Lipold (¹) e del Hofer (²) e agli studî numerosi e accurati del Bukowski (³) per quanto concerne il versante adriatico del territorio dalmata meridionale.

(¹) Lipold M., *Nachrichten über die geologische Zusammensetzung eines Teiles des Kreises Cattaro in Dalmatien und des benachbarten Gebietes von Montenegro.* Jahrb. der k. k. geol. R. A. Bd. X und Verhandl. der k. k. geol. R. A. Wien 1859.

(²) Hofer K., *Beobachtungen zwischen Cattaro und Cettinje.* Werhandl. der k. k. geol. R. A., pag. 68, Wien 1872.

(³) Bukowski v. G., cfr. Verhandl. der k. k. geol. R. A. Wien 1894, pag. 120; 1894, pag. 133; 1895, pag. 133; 1895, pag. 319; 1896, pag. 95; 1896. pag. 325; 1896, 379; 1899, pag. 68; 1901. pag. 176; 1901, pag. 284; 1902, pag. 302; 1906, pag. 337; 1906, pag. 369; 1906, pag. 397. — *Exkursionen in Süddalmatien. Führer die geologischen Exkursionen in Oesterreich.* IX Internationalen Geologen-Kongresses. Nr. XIII. Wien 1903. — *Erläuterungen zur Geologischen Detailkarte von Ssüddalmatien.* (Mit. Literat.). K. k. Geologische Reichsanstalt. Wien 1904.

Il Tietze ritiene che presso Vir possano trovarsi sicuri punti di riferimento per riconoscere i rapporti reciproci fra scisti e calcari. Fra Vir e il Sutorman distingue un conglomerato siliceo sotto al calcare triasico delle alture a sud-est di Vir, e masse eruttive che presso Sotonići, Bukovik e Limljani sporgono in mezzo al complesso di scisti aventi chiaramente in sè l'aspetto degli scisti di Werfen. Sopra a questi e tutto intorno sull'alto della valle si elevano formazioni calcaree, il cui contatto con gli scisti si verifica nei pressi di Vir ad un livello ipsometrico molto più basso che non nei dintorni del Sutorman. Le alture, tutte dalle cime calcaree, sarebbero, secondo il Tietze, riferibili per la massima parte al Trias perchè solo nel Sutorman comparirebbe invece un calcare cretacico.

Sorpassato il Sutorman verso Antivari, osserva che fra i calcari della cresta del Rumija e gli strati di Werfen associati alle roccie eruttive e sviluppati molto più in basso a valle, s'interpone un sistema di scisti e arenarie con *Spiriferina* confr. *fragilis*; da ciò ammette come probabile, in mancanza di altri dati, la presenza del livello del *Muschelkalk* subito sotto al Sutorman a sud presso Tugjemile, e considera infatti, nella sua carta, come scisti di Wengen tali arenarie che, secondo l'autore, non si presenterebbero, almeno con costanza di *facies*, nel versante di Vir.

Nella valle di Mrkovići, Tietze accenna alla presenza di una faglia, mediante la quale il Trias dei dintorni di Antivari verrebbe a contatto con quella serie di terreni eocenici, i quali, regolarmente corrugati, si presentano da Antivari fino al calcare nulliporico neogenico di Dulcigno, con alternanze di calcare nummulitico e di *flysch*.

Da quanto asseriscono Hassert e Vinassa, si rileva che Baldacci nella sua Relazione inedita aggiunge altre notizie importanti su quei terreni constatando la presenza, sopra agli scisti di Werfen, di calcari rossi triasici a Boljevići, sotto al calcare ritenuto cretacico del Sutorman e sui fianchi occidentali del Rumija al di sopra di Antivari; e che inoltre ritiene paleozoici taluni degli scisti più profondi della serie attribuiti ai Werfen dal Tietze, e giuresi molti calcari che si presenterebbero fra il Trias e la Creta nei dintorni di Godinje e ad occidente del Sutorman.

Hassert coordina le precedenti osservazioni di Tietze e di Baldacci; cita in più la presenza di calcari a crinoidi triasici e con resti di conchiglie nei pressi del Sutorman, la cui sommità ritiene anch'egli cretacica insieme con la vetta del Rumija; e ascrive all'oligocene il *flysch* che si alterna lungo la costa con i corrugamenti di calcare nummulitico. A proposito delle arenarie fra il Sutorman e Antivari, Hassert, tenendo conto delle equivalenze che Bukowski ha ritrovato in talune località della Dalmazia meridionale (¹) dove scisti e arenarie a *Spiriferina fragilis* poggiano pure sugli strati di Werfen associati alle roccie eruttive, ammette col Tietze la presenza del livello di Wengen.

Le osservazioni di Vinassa, specialmente lungo il tratto di territorio costiero nel versante adriatico, hanno pure valore per la distribuzione locale dei terreni. L'autore assegna una grande estensione al Giura, che dal confine con Pastrovicchio si prolungherebbe nella Sozina planina oltre il Gluhi do e la Vršuta. Riguardo alla catena del

(¹) Bukowski v. G., *Reisebericht aus dem südlichen Dalmatien*, Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1893, pag. 20.

Rumija condivide gli apprezzamenti del Tietze sull'estensione del Trias e della Creta.

Nelle formazioni triasiche del Sutorman ha trovato una ricca fauna composta di echini, crinoidi, brachiopodi e molluschi del *Muschelkalk* facendone oggetto di una Memoria speciale (1) e nelle arenarie dei pressi di Tugjemile ammette pure un'età più antica degli strati di Wengen. Cita inoltre la presenza di ippuriti sulla cima del Mužura; di alcune nummulitidi nei calcari marnosi eocenici di Bratica; e finalmente in base all'esame di taluni fossili riconosce in modo preciso che i calcari nulliporici di Dulcigno e gli strati marnosi in località Golumbe presso al margine settentrionale della pianura del Fuša Zogaj appartengono al Miocene medio, come dallo studio del materiale da me raccolto è risultato pure al Nelli (2) e di nuovo venne confermato dallo stesso Vinassa (3).

Le carte geologiche compilate fino ad oggi dovranno subire importanti modificazioni specialmente per quanto concerne la distribuzione della Creta e del Trias. Vedremo infatti nel corso di questo lavoro come, per esempio, contrariamente all'opinione del Tietze seguìta pure da Hassert e da Vinassa, sia da escludersi in modo assoluto la presenza del cretacico non solo dai dintorni immediati del Passo del Sutorman, ma anche dalle triasiche vette del Rumija; e come le conoscienze anteriori ed inesatte sui terreni della Krajina siano in modo notevole da modificare e correggere.

Contributi parziali alla conoscienza della costituzione del Montenegro littoraneo vennero apportati pure da altri. Ricordo per primo il Foullon (4) che studiando le roccie eruttive raccolte dal Tietze descrive e cita: « Quarzfreie Porphyrit a Sotonići e Bukovik presso Vir — Quarzporphyrit pure a Sotonići — Augitandesit a Limljani e a nord del passo de Sutorman ».

Manasse (5) illustra e determina come andesite anfibolica la roccia eruttiva di Bolievići.

Cito pure una Nota del Giattini (6) sui fossili del Lovćen, sebbene questa non si riferisca alla regione da me studiata, ma solo ad una parte di quella catena costiera che si prolunga verso sud a costituire il Primorje settentrionale.

Per completare questi sommarî accenni bibliografici, debbo infine ricordare qui — per poi tener conto dei risultati nelle pagine seguenti — le mie pubblicazioni

(1) Vinassa de Regny P. E., *I fossili del Montenegro. I. Fauna dei calcari rossi e bianchi del Sutorman,* Memorie dell'Accad. delle scienze di Bologna, 1903.

(2) Nelli B., *Il Miocene medio di Dulcigno e di Pisctulj nel Montenegro,* Boll. Soc. geologica ital., vol. XXIII, Roma, 1904.

(3) Vinassa de Regny P. E., *Fossili e impronte del Montenegro,* Boll. della Soc. geol. ital., vol. XXIII, Roma, 1904.

(4) Foullon H., *Ueber die Eruptivgesteine Montenegro's.* Jahrb. der k. k. geol. R. A. Bd. XXXIV. Wien, 1884.

(5) Manasse E , *Porfiriti dioritiche e andesiti del Montenegro.* Proc. verb. della Soc. Toscana di Scienze Nat. Adun. 5 luglio 1903. Pisa.

(6) Giattini G. B., *Fossili del Lovcen del Montenegro.* Riv. ital. di Paleontologia, vol. VIII, 1902.

su talune formazioni fossilifere del Trias e del Giura del Montenegro meridionale [1].

Molto interessante è il recente lavoro del Vetters [2] sulla Geologia dell'Albania settentrionale tanto per un buon compendio delle attuali conoscenze sulla catena costiera montenegrina, quanto per le notizie nuove sul bacino — specialmente albanese — del lago di Scutari.

Nei lavori d'indole geografica sul Montenegro si trovano spesso accenni sulle forme esteriori del terreno, ma siccome si tratta di affermazioni incomplete o ricavate nel più dei casi dalla pubblicazione del Tietze, ho creduto superfluo anche nel precedente capitolo di tenerne conto. Faccio però un'eccezione doverosa pel lavoro di Cvijić [3] sulla disposizione a scenario del sistema montuoso dinarico-albanese, perchè in esso, senza entrare in dettagli particolari sui terreni, l'autore dà notizie importanti sulla plastica e tectonica del Montenegro meridionale.

Formazioni triasiche.

Fra le formazioni mesozoiche che prevalgono in modo assoluto nella costituzione geologica della regione littoranea, la più interessante, istruttiva e ricca di documenti paleontologici è quella triasica. La successione normale delle assise triasiche non si può rilevare nella sua completezza in alcuno dei grandiosi tagli naturali lungo i rilievi, ma si può in complesso facilmente ricostruire osservando in più luoghi lo sviluppo caratteristico delle varie formazioni e i rapporti con i sedimenti che le sormontano o che loro servono di base.

Rappresentanti del Permo-Carbonifero vennero scoperti in misura notevole nelle incisioni più profonde dei rilievi costieri della Dalmazia meridionale, ma finora non se ne può affermare la presenza nel contiguo Montenegro, giacchè, secondo quanto risulta a tutt'oggi, le formazioni più antiche del territorio sono costituite da scisti di Werfen e in nessun punto si hanno elementi cronologici e analogie sufficienti per riconoscere come scoperti i sedimenti che loro servono di base. Può rimanere un po' d'incertezza sull'età di talune breccie e piccoli conglomerati quarzosi osservabili, insieme con scisti marno-arenacei, nella parte più bassa della valle della Crmnica,

[1] Martelli A., *Il Muschelkalk di Boljevici nel Montenegro meridionale.* Rendic. della Reale Accad. dei Lincei, vol. XII, sem. 2°, ser. 5ª, fasc. 3°. Roma 1903. — *I Cefalopodi triasici di Boljevici presso Vir nel Montenegro.* Palaeontographia italica, vol. X. Pisa, 1904. — *Il livello di Wengen nel Montenegro meridionale.* Boll. della Soc. geol. ital., vol. XXIII, fasc. 3°. Roma 1904. — *Nuovi studi sul Mesozoico montenegrino.* Rend. della R. Accad. dei Lincei, vol. XV, sem. 1°. ser. 5ª, fasc. 3°. Roma, 1906. — *Brachiopodi del Dogger montenegrino.* Boll. della Soc. geol. ital., vol. XXV, fasc. 2°. Roma 1906. — *Contributo al Muschelkalk superiore del Montenegro.* Palaeontographia italica, vol. XII. Pisa, 1907.

[2] Vetters H., *Geologie des nördlichen Albaniens.* Denkschr. der Akad. der Wissensch Bd. LXXX. Wien, 1906.

[3] Cvijić J., *Die dinarisch-albanesische Scharung,* loc. cit.

e nemmeno mi sorprenderebbero in future ricerche comparse sporadiche di formazioni paleozoiche superiori nel Sustaš; ma ad ogni modo non si potrebbe trattare che di affioramenti poco estesi.

Generalità sul Trias inferiore. — La serie inferiore degli scisti e delle arenarie — spesso associate con puddinghe e breccie a elementi silicei simili a quelle di Carina ma meno ferrugginose — per posizione stratigrafica e analogie litologiche, è, nella valle della Crmnica e nella regione antivarina, sincronizzabile col gruppo dei *Werfener Schiefer* e trovasi in diretta continuazione con quella che a Spizza offre pure dati paleontologici sicuri pel riferimento al *Buntersandstein*. Inoltre, un lungo e quasi ininterrotto affioramento eruttivo dai dintorni del Sustaš a quelli di Spizza e — secondo il John (¹) — ascrivibile ad un'estrusione filonare di *noritporphyrit*, caratterizza e demarca questa formazione scistosa connessa pure con tufi dall'abito petrografico assai bene distinto dagli scisti. Nella valle della Crmnica invece, tali scisti si associano pure con porfiriti anfiboliche.

Al Trias inferiore sarebbero dunque da ascriversi le porfiriti di Bukovik, Sutonići, Bolievići e quelle estese nei dintorni a sud del Sutorman verso Antivari; ma relativamente a queste formazioni eruttive occorre pure notare fin d'ora, che in luogo di essere esclusivamente diffuse nella zona dei Werfen si ritrovano pure — come si constaterà più avanti — nel Trias medio a sud di Limljani, a nord del passo del Sutorman e nel Sustaš al di sopra di Antivari. Nella carta geologica che accompagna questo studio sono infatti segnati su fondo differente gli affioramenti eruttivi della valle superiore della Crmnica e quelli più continui ed uniformi a sud del Sutorman.

La *facies* scistosa che localmente e di frequente assume il *Muschelkalk*, quando i fossili mancano rende talora petrograficamente poco differenziato il Trias inferiore dal medio. Nella regione del Sustaš per esempio e nella parte meridionale della valle della Crmnica, le arenarie e gli scisti proseguono senza discordanze dalle alture calcaree alla pianura; e mentre, per quanto riguarda la limitrofa Dalmazia, il Bukowski ritiene — a parer mio giustamente — che la parte più bassa equivalga agli scisti di Werfen, numerosi ritrovamenti di *Spiriferina fragilis* nelle arenarie della serie intermedia, non lasciano dubbi sulla transizione al Trias medio.

I più bassi livelli del Trias costiero montenegrino risultano di un vivace scambio di scisti argillosi, marnosi, arenacei, spesso micacei e quasi sempre variegati comprendenti banchi di arenarie, puddinghe silicee e alternanze di tenui straterelli calcarei.

I disturbi stratigrafici specialmente nella parte più plastica di questo complesso possono accrescere ancora le difficoltà nel ritrovare un limite superiore ben deciso, ma, per quanto riguarda l'età relativa dei complessi immediatamente soprastanti ai Werfen, non difettano elementi distintivi nei fossili, sebbene scarsi, e negli *Hornstein*, i quali, per trovarsi spesso e strettamente connessi col *Muschelkalk* fossilifero e per mancare nei più bassi livelli triasici, possono servire di guida per distinguere localmente tale insieme scistoso.

(¹) John v. C., *Noritporphyrit* (*Enstatitporphyrit*) *aus den Gebieten Spizza und Pastrovicchio in Süddalmatien.* Verhandl. der k. k. geol. R. A., pag. 133. Wien, 1894.

Gli scisti di Werfen si possono seguire per lungo tratto dove l'erosione delle pieghe fu più intensa, e ritrovare sempre concordanti, ripeto, con i livelli fossiliferi del Trias medio, giacchè i margini inferiori dei pendii nella Valle della Crmnica e nel versante Adriatico consistono essenzialmente di scisti policromi marnosi e arenacei alternati con esili straterelli di calcare e con arenarie calcarifere micacee, grigie e verdastre.

Nella regione di Spizza s'incontra — secondo Bukowski — tutta la serie dei Werfen dagli inferiori a *Bellerophon* e *Pseudomonotis Clarai* Buch. fino ai più recenti; ma nel Montenegro littoraneo non è apparsa nè ad altri nè a me una serie così riccamente sviluppata, e quindi solo per l'immediata sottoposizione ai sedimenti del Trias medio vi si può con tutta sicurezza affermare l'esistenza dei livelli meno profondi del *Buntersandstein* dinarico.

Generalità sul Trias medio. — Il *Muschelkalk* — comprendente, secondo il concetto tedesco, tutte le formazioni interposte fra il Trias inferiore e il superiore — dovrà segnarsi nella carta anche secondo i suoi principali caratteri petrografici, i quali, pur essendo nel complesso molto eterogenei, rimangono nelle singole località abbastanza distinti. Le diverse forme litologiche che debbono qui comprendersi nel Trias medio, non conservano nelle loro varie comparse sempre la stessa potenza e neppure strettamente gli stessi caratteri petrografici; e, quindi, prima di descriverne la distribuzione e i rapporti con le altre formazioni nella regione littoranea, converrà di esaminarle nel loro insieme distinguendo nel *Muschelkalk* del Montenegro meridionale una *facies* scistosa e una *facies* calcarea.

Nei dintorni occidentali e meridionali di Vir, il Trias medio s'inizia con conglomerati ad elementi calcarei, arenacei e quarzitici, e presso Boljevići in modo più palese ancora con straterelli calcarei a contatto con *Muschelkalk* alpino, riccamente fossilifero; si continua quindi con conglomerati, con scisti argillosi, marnosi, arenacei e silicei, con arenarie e straterelli di calcare, sormontati da calcari rossi e bianchi con fossili ladinici, e da conglomerati pure strettamente connessi col *Muschelkalk* fossilifero. Ma questa successione ricostruita nella valle della Crmnica dove pure di frequente si associa con roccie eruttive e tufi, non è ovunque regolare e costante ma va localmente soggetta a modificazioni e sostituzioni, così che in particolare al *Muschelkalk* alpino di Boljevići subentrano altrove le formazioni scistose, sviluppate talvolta, come nei dintorni del Sutorman e di Antivari, con una potenza così grande da presentare ne' suoi strati superiori elementi sicuri pel sincronismo col livello di Wengen.

Il passaggio dal Trias inferiore al medio è segnato spesso nella valle della Crmnica da banchi del conglomerato predetto e di calcari brecciati; ma dove questi mostrano una posizione più costante anche nel versante adriatico è fra gli strati scistosi arenacei del Trias medio e la formazione dei calcari rossi e bianchi del *Muschelkalk* superiore (Ladinico). Così mentre li troviamo sviluppatissimi sopra agli scisti marnosi varicolori che si soprapponggono al *Muschelkalk* inferiore (Anisico) di Boljevići, si possono osservare più volte e per lunghi tratti, dai dintorni di Limljani a quelli meridionali del Sutorman, compresi fra i sedimenti argillosi arenacei, o immediatamente sotto a quelli calcarei con fossili del Trias medio.

A) Facies scistosa. — La *facies* in prevalenza scistosa che comprende ora più ora minor parte del *Muschelkalk* a diversi livelli, è assai estesa, oltre che nella valle della Crmnica anche dai dintorni del Sutorman al Rumija, lungo le pendici occidentali della catena di displuvio fra il Lago di Scutari e l'Adriatico. Lasciando da parte le roccie calcaree e silicee e i banchi di calcare rosso con cefalopodi dei pressi di Vir e Boljevići, cominciamo dunque dall'osservare più da vicino i componenti della *facies* scistosa del *Muschelkalk,* diffusa con ripetuto scambio delle seguenti forme petrografiche:

Arenarie sostituite talora da marne grigie, giallo-brune e da scisti variegati, marnosi arenacei, che nelle varietà micacee si confondono con gli scisti di Werfen. In questo insieme compariscono pure i conglomerati tanto sviluppati a ponente di Vir.

Calcari grigio-bruni in esili strati, marne variagate, più o meno friabili, *Hornstein* e conglomerati calcarei.

Scisti policromi argillosi, silicei e arenacei con intercalazioni di calcari grigi a lastre, ora riuniti in rilevanti complessi ora in strati isolati.

Sormontano la serie calcari brecciati duri e compatti.

Questo complesso è — come vedremo — fossilifero in più località (presso Skala Vucetina, Limljani, Tugjemile, Turcine potok sopra ad Antivari, ecc.) ed è notevole pel suo sviluppo non solo nella valle della Crmnica, ma anche nella regione antivarina del Rumija; viene inoltre caratterizzato da arenarie micacee grigie, e più di rado rosse e gialle, alternanti con argilloscisti variegati e contenenti *Spiriferina fragilis*, lamellibranchiati in cattiva conservazione e traccie carboniose.

A modificare la successione e a rendere irregolare l'alternanza delle differenti roccie, intervengono le formazioni eruttive. Materiali di sedimento eruttivo si accompagnano spesso anche con scisti silicei; constano di tufi verdastri, bruni, azzurrognoli e giallastri con stratificazione poco distinta e si ammassano contro affioramenti di roccie anfiboliche e andesitiche nella valle della Crmnica, e anfiboliche e noritiche nel territorio a confine con Spizza, e in quello di Mrkovići e di Antivari fino oltre Turcine e Mikulić sotto il Rumija, dove il passaggio alla serie calcarea del Trias superiore avviene per una *facies* marno-scistosa con *Hornstein* intercalati e con calcari lamellari con *Daonella*, *Spiriferina* e *Celtites.*

In questa *facies* scistosa si ritrovano gli equivalenti dei piani Anisico e Ladinico, ma per la già notata sostituzione locale dei varî gruppi litologici, l'appartenenza ad un piano piuttosto che all'altro può solo giudicarsi dalla posizione reciproca che detti gruppi mostrano nelle singole località; solo presso Limljani e al di sopra di Antivari, nei membri medî e superiori dell'esaminata serie, e cioè nel Ladinico, si può con certezza stabilire come il livello di Wengen e quello degli strati di Partnach trovino per *habitus*, posizione e caratteri paleontologici il loro equivalente.

B) Facies calcarea. — Uno sviluppo rimarchevole nella formazione in prevalenza calcarea del *Muschelkalk* è raggiunto sulla destra della Crmnica dai calcari rossi, equivalenti anche faunisticamente a quelli di Han Bulog presso Sarajevo e corrispondenti pure a quelli scoperti a Braić nella Dalmazia meridionale ed illustrati

dal Bukowski; ma, salvo intercalazioni di calcari a guisa di scogliera fra mezzo alla *facies* scistosa, non pare che l'orizzonte del *Ceratites trinodosus* si presenti con uguale potenza e costanza petrografica nel versante adriatico del Montenegro meridionale.

Calcari brecciati e conglomerati grigi scuri e rossastri a elementi calcarei solidamente cementati, sono d'ordinario molto potenti ed estesi sopra alla zona del *Ceratites trinodosus* oltre Boljevići e sotto ai calcari rossi e bianchi con cefolopodi e brachiopodi ladinici dei dintorni del passo del Sutorman, dove assai chiaro è pure il passaggio delle arenarie grigie turchiniccie e talvolta rossastre ai calcari arenacei fossiliferi anch'essi del Trias medio, e stratigraficamente inferiori ai calcari rossi e bianchi con fossili ladinici. Al di sopra di Limljani invece, la successione è alquanto diversa, perchè agli scisti ed ai conglomerati succedono in serie ascendente strati di calcare ceroide, alternato con dolomie bianche e calcari brecciati, che nella parte più alta passano al Trias superiore con *Gervillia* confr. *exilis* Stopp. e *Gervillia* sp.

Frequenti sono, in questa *facies* calcarea di Trias medio, le intercalazioni di scisti e molto appariscenti le variazioni litologiche. Quale esempio dimostrativo ricordo che i calcari ad est del torrente che discende dal Sutorman verso Antivari — e più precisamente quelli che presso alla fontana di Voda Otzera si trovano sotto ai calcari rossi e bianchi e appaiono talvolta pieni zeppi di crinoidi e non di rado anche di brachiopodi, analoghi a quelli frequentissimi nei detti calcari soprastanti — per gradazioni poco avvertibili passano nella loro parte inferiore a calcari arenacei e ad arenarie calcarifere, in contatto con veri e proprî scisti arenacei e argillosi.

Orbene, ad ovest dello stesso torrente è rimarchevole e più costante invece una formazione di calcari, per lo più ceroidi ma spesso anche arenacei, in distinti ma poco potenti strati alternanti con marne, con calcescisti e calcari più scuri; e tale formazione, quasi per intiero attraversata dalla galleria ferroviaria di recentissima costruzione, si può seguire dal passo del Sutorman verso sud, fino a più di duecento metri sotto al valico, dove vedesi sottostare ai calcari rossi e bianchi del *Muschelkalk* superiore.

Per quelle ragioni esposte più avanti, ritengo appunto che detti calcari bene stratificati e sviluppati presso al Passo del Sutorman, debbano cronologicamente corrispondere nella loro parte più alta, a quelli con crinoidi dei quali ho fatto cenno.

La formazione calcarea che succede nell'ordine ascendente e spesso ricca di cefalopodi e brachiopodi del Ladinico, si estende con maggiore uniformità, e, senza notevoli intercalazioni scistose, passa ai calcari e alle dolomie del Keuper. Essa viene caratterizzata da calcari rossi e rosei screziati di bianco e grigio, e sviluppati tanto nella parte occidentale della valle della Crmnica a confine con la Dalmazia, quanto in un lungo affioramento ad est del Passo del Sutorman e sotto alla cresta calcareo-dolomitica della catena del Rumija.

In concordanza perfetta, ai calcari ladinici rossi e bianchi se ne soprappongono altri ceroidi, bianchi, subcristallini e magnesiferi, come appunto si osserva fra il Kosa e il Rumija; ma del loro insieme stratigrafico non ho potuto tener conto nella carta,

tantopiù che per non essere fossiliferi, la loro appartenenza al Trias medio invece che al superiore è discutibile, e che anche nella Dalmazia meridionale la transizione dal ladinico al carnico è graduale ed indifferenziata.

Generalità sul Trias superiore. — Le alture intorno a Vir e la sommità della catena di displuvio fra l'Adriatico e il Lago di Scutari, sono in massima parte costituite da calcari e dolomie del Trias superiore, in diretto rapporto con le omologhe del rilievo al di sopra di Spizza.

Nelle rilevanti pile calcaree che succedono in concordanza sul *Muschelkalk*, potranno forse trovarsi gli equivalenti di quelli di Hallstadt — già segnalati dal Bukowski nella regione limitrofa di Budna e Spizza — ma mancano i dati paleontologici per affermarlo. Certo, la successione concordante dal *Muschelkalk* al *Dachsteinkalk* con *Megalodus* è molto potente e continua finchè sui calcari con piccoli megalodonti retici non succede nella Krajina il Dogger e nella Sozina planina il Titonico in trasgressione; ma se oltre al piano di Hallstadt si volessero trovare gli equivalenti del Raibl, questi non potrebbero differenziarsi dall'uniforme *facies* del *Dachsteinkalk* con megalodonti e corallari, comune pure al piano della così detta Dolomia principale.

Le formazioni triasiche della valle della Crmnica e dei dintorni del Sutorman. — L'originaria orografia di queste località si basa su di un piccolo numero di pieghe compresse, le quali, sebbene in gran parte erose, lasciano però abbastanza bene riconoscere la direzione degli anticlinali.

Considerando per piega, nel senso lato della parola, un corrugamento che interessi più formazioni e che venga delimitato da terreni più giovani di quelli del nucleo, sarebbero tre le pieghe principali che si succedono fra Vir e i dintorni del Sutorman e che concorrono alla costituzione del Primorje settentrionale.

L'asse anticlinale della prima, con una direzione NNW-ESE, si prolungherebbe per Bijelasica e Bolievići.

Quello della seconda con una direzione parallela alla precedente, passerebbe un poco a sud di Veli Rasovatac e quindi verso oriente per Limljani e Arvan.

La terza piega principale infine, interessante anche i dintorni meridionali del Sutorman e con direzione NW-SE, presenterebbe il proprio asse anticlinale lungo le alture del confine dalmato-montenegrino, lo Stol e Bijela Skala.

Ciò premesso, passiamo con più dettaglio in rivista queste pieghe.

La prima mi risulta nella sua parte più profonda costituita dagli strati argillosi arenacei di Werfen messi allo scoperto a Sotonići e a Boljevići. In quest'ultima località succedono agli scisti dei begli strati di calcare rosso del *Muschelkalk alpino*, sormontati da scisti e marne variegate e quindi da banchi di quel calcare brecciato che è pure tanto sviluppato presso Orahovo a SW di Vir, subito sopra ai Werfen. Ai conglomerati e ai calcari brecciati, sovraincombono poi i calcari e le dolomie del Trias superiore di Bijelasica e di Zelje, ai quali infine, nel versante scutarino fra i dintorni di Seoće e Krnjice si sovrappongono le formazioni oolitiche della Krajina.

Anche le alture che delimitano a nord la piccola pianura acquitrinosa di Virpazar, sono costituite da formazioni calcaree con traccie di coralli e di megalodonti non

determinabili ma abbastanza bene riconoscibili. Il calcare è grigio, più spesso bianco latteo molto cavernoso e concrezionato.

Salendo da Vir lungo la carrozzabile pel Sutorman, o proseguendo dalla pianura fino al sentiero che conduce a Godinje, dove gli strati sono chiaramente immersi a ENE, si ritrovano subito calcari e dolomie analoghi a quelli a nord di Vir (fig. 39) e appartenenti al Trias superiore.

Le porfiriti dioritiche di Sutonići, e parte di quelle dei dintorni di Boljevići compaiono nel livello di Werfen, ma quelle di Zabes e dello Zelje, diffondendosi fra le marne variegate e i conglomerati sovrapposti al *Muschelkalk* alpino, si debbono invece ascrivere al Trias medio e per meglio esprimermi a quella *facies* di esso che

Fig. 39. — Vir, sul lago di Scutari, fra alture costituite da calcari del Trias superiore.

corrisponde agli strati di Wengen, e che anche a sud di Limljani si ritrova con numerosi fossili associata ad analoghe roccie eruttive.

A Boljevići però non si hanno soltanto porfiriti dioritiche simili in tutto a quelle del Montenegro orientale, ma, secondo Foullon e Manasse, anche andesiti che per la considerevole quantità di piccoli interclusi di orneblenda vennero più precisamente determinate come andesiti anfiboliche. Queste roccie bruno-rossastre, dall'aspetto afanitico e con piccoli interclusi vitrei di feldispato e verdastri di anfibolo, visibili anche a occhio nudo, presentano al microscopio una massa fondamentale priva di microliti e ricca di magnetite ed ematite alla cui idratazione devesi appunto la colorazione rosso-bruna della roccia. Disseminati porfiricamente in detta massa fondamentale si hanno, secondo quanto è risultato al Manasse, cristalli di andesina e miscele basiche labradoritiche-bitownitiche con produzioni secondarie probabilmente anfiboliche, cloritiche, epidotiche e ferrugginose distribuite spesso zonalmente.

Sempre secondo il Manasse che ha pure constatato, confrontandole chimicamente, la corrispondenza di queste roccie con le andesiti meglio conosciute, gli interclusi di anfibolo, geneticamente anteriori a quelli di feldispato, sono di questi meno abbon-

danti e raggiungono di rado la lunghezza di un millimetro. Anche Foullon viene a conclusioni presso a poco analoghe, nell'esame delle roccie eruttive dei dintorni di Limljani e del Sutorman.

Ritornando alla costituzione della ricordata piega che viene limitata a nord dalla pianura di Virpazar e dalla Orahostica, aggiungo che non è delle più facili ad individualizzarsi, tantopiù che una gran parte di essa si sarebbe originariamente estesa in uno dei punti ora più larghi della valle trasversale della Crmnica. Se ne controlla con maggiore facilità l'esistenza notando l'andamento dei calcari rossi e delle formazioni sovrastanti, un poco più a sud della fontana di Boljevići dove l'inclinazione degli strati è a NNE di 30°, mentre oltrepassate le case del villaggio l'immersione diventa SSW, tanto per questi calcari quanto per gli scisti e i banchi di calcare brecciato, i quali ultimi più avanti ancora, allorchè rimangono sollevati e interrotti con le loro testate sulla valle della Crmnica e si trovano direttamente sovrapposti alle arenarie del Trias medio appartenenti alla piega successiva, riprendono di nuovo l'immersione a NNE.

Il principale elemento che serve di guida nel determinare la successione cronologica dei terreni di questa piega piuttosto compressa, è rappresentato dal calcare rosso fossilifero di Boljevići, della cui fauna ed età mi sono già occupato in un mio precedente lavoro sui *Cefalopodi triasici di Boljevići presso Vir nel Montenegro*, a complemento di quanto esposi nella mia Nota preventiva sul *Muschelkalk* di Boljevići nel Montenegro meridionale.

Riporto pertanto le specie di fossili che ho in esso raccolte, premettendo un asterisco a quelle proprie del *Muschelkalk alpino* (Tias medio parte inferiore) dell'Alpe Schreyer, della Lombardia ecc.; due lineette a quelle comuni pure nel *Muschelkalk* bosniaco di Han Bulog e Haliluci presso Sarajevo; una linea alle forme note in un livello immediatamente inferiore a quello dell'Alpe Schreyer, e una crocellina a quelle già conosciute nel *Muschelkalk* superiore.

* =	*Ceratites trinodosus* Mojs.	+ — * =	*Proarcestes Bramantei* Mojs.
=	» *evolvens* Hau.	=	» *gibbus* Hau.
	» *boljevicensis* Mart.	+ =	*Procladiscites macilentus* Hau.
=	» *falcifer* Hau.	+ =	» *Griesbachi* Mojs.
*	» *lennanus* Mojs.	* =	*Megaphyllites sandalinus* Mojs.
* =	» confr. *elegans* Mojs.	* =	*Pinacoceras Damesi* Mojs.
* —	» *binodosus* Hau. var. *anguste-umbilicatus* Mojs.	* =	*Norites gondola* Mojs.
		=	» *subcarinatus* Hau.
—	» *Loretzi* Mojs.	* —	*Monophyllites sphaerophyllus* Hau. sp.
	» sp.		
* =	*Meekoceras reuttense* Beyr. sp.	—	» *Wengensis* Klipst. sp.
	» *Baldaccii* Mart.	+ * =	*Sturia Sansovinii* Mojs.
=	*Sybillites* confr. *planorbis* Hau.	+	» *semiarata* Mojs.
* +	*Nannites spurius* Münst. sp.		» sp. ind.
* =	*Arcestes extralabiatus* Mojs.	* =	*Gymnites incultus* Beyr. sp.
=	» *quadrilabiatus* Hau.	* =	» *Humboldtii* Mojs.

* = *Gymnites obliquus* Mojs.
* " *Palmai* Mojs.
" *neoslavonicus* Mart.
* = " *Bosnensis* Hau.
" *subfalcatus* Mart.
" *Stefanii* Mart.
" *anomalus* Mart.
+ " *Credneri* Mojs.
Japonites Dieneri Mart.
* = *Ptychites Oppelii* Mojs.
* = " *Stachei* Mojs.
* " *Seebachi* Mojs.
— " *dontianus* Hau.
" *Haueri* Mart.
* = " *opulentus* Mojs.
* = " *reductus* Mojs.
* = " *evolvens* Mojs.
" *Hasserti* Mart.
* = " *gibbus* Beneck.
* + " *anguste-umbelicatus* Beneck sp.

Ptychites Tietzei Mart.
* = " *flexuosus* Mojs.
* = " *Studeri* Hau.
* = " *acutus* Mojs.
= " *striatoplicatus* Hau.
* = " confr. *indistinctus* Mojs.
+ * = *Nautilus subcarolinus* Mojs.
" *primoriensis* Mart.
= *Pleuronautilus striatus* Hau.
= " *polygonius* Hau. sp.
= *Temnocheilus binodosus* Hau.
+ * = *Orthoceras campanile* Mojs.
+ " *politum* Klipst.
+ = " *multilabiatum* Hau.
+ *Atractites ladinus* Sal.
* + " *Boecki* Stürz. sp.
* = " *cylindricus* Hau.
* = " *pusillus* Hau.
+ = " *obeliscus* Mojs.
* " sp. ind.
" *Vinassai* Mart.

Non starò qui a ripetere quanto ho già esposto nell'introduzione del succitato mio lavoro riguardo al calcare rosso di Boljevići e alla sua fauna, ma solo insisto nel farne rilevare la corrispondenza marcatissima col *Muschelkalk* della Schreyer Alpe e con quello bosniaco di Haliluci e Han Bulog presso Sarajevo. Ricordo inoltre che lo studio di tale fauna mi ha condotto a riconoscerne in modo sicuro l'età relativa, e a dimostrarne la corrispondenza con la zona a *Ceratites trinodosus*, la quale zona, a seconda dei concetti svolti dal Mojsisovics e a seconda pure della ripartizione del Trias delle Alpi esposta dal Bittner, viene a corrispondere appunto alla parte inferiore del *Muschelkalk*, ossia al *Muschelkalk alpino*. Ed infatti dalla riportata nota di fossili risulta la prevalente comunanza delle forme di questa zona tipicamente sviluppata nel Trias medio dell'Alpe Schreyer e dei dintorni di Sarajevo, su quelle appartenenti alle altre zone del *Muschelkalk*; e anche le specie nuove da me citate senza premettere ad esse alcun segno particolare, sono tutte affini a forme già conosciute nella Schreyer Alpe e ancor più ad Han Bulog, nella cui fauna ho principalmente trovato i più valevoli termini di confronto.

Dividendo ulteriormente il *Muschelkalk* inferiore o alpino (equivalente del piano Anisico) si ritrova alla base la zona a *Ceratites binodosus* e in alto la zona a *Ceratites trinodosus*, alla quale ho detto che deve riferirsi il calcare rosso a cefalopodi di Boljevići. Devesi per altro notare che le località fossilifere che hanno favorito le mie abbondanti raccolte si ritrovano appunto nella parte più alta degli strati di calcari rossi di Boljevići, i quali calcari si prolungano in basso per poche diecine di metri sotto alla strada carrozzabile, fino a contatto degli strati di Werfen.

È noto che a differenza della zona a *C. trinodosus* quella a *C. binodosus* si è sempre presentata povera di fossili, e quindi è probabile che anche la base del *Muschelkalk* sia rappresentata a Boljevići dai più profondi calcari rossi, nei quali, a valle della strada carrozzabile, ho osservato sezioni non molto abbondanti di cefalopodi del gen. *Ceratites*, *Gymnites*, *Ptychites* e *Orthoceras*.

Della fauna da me scoperta nei calcari rossi di Boljevići e della sua equivalenza col *Muschelkalk* di Han Bulog fa breve menzione l'Arthaber [1] nella sua bella e recente monografia sul Trias mediterraneo, nella quale, con la scorta delle ricerche del Tietze e Vinassa, accenna pure alla somiglianza delle condizioni stratigrafiche fra il territorio costiero del Montenegro e la Dalmazia meridionale.

Le dolomie sovrapposte alle marne variegate e ai calcari brecciati si estendono anche nei dintorni meridionali di Vir, e nei primi tratti della carrozzabile pel Sutorman sembrano aver poco resistito all'azione degli agenti atmosferici e principalmente dell'acqua, giacchè la roccia magnesiaca, estremamente cariata per la soluzione dei policarbonati di calcio, si è sfaldata e sfarinata ricoprendo le pendici nord-occidentali e franose dello Zelje, di una sabbia dolomitica bianchissima, proprio come si verifica nelle conoidi torrenziali dei paesaggi dolomitici.

La seconda piega, che ho detto aver l'asse anticlinale passante alquanto a sud del Veli Rasovatac e Limljani, interessa nella tavoletta al 75000 di Spizza, una porzione molto più estesa. L'opera demolitrice della Crmnica e dei suoi affluenti ha straordinariamente ridotto il volume di questa piega fra Bukovik e Limljani, ma in compenso, la diversa e al fondo della valle sempre più profonda incisione consente di osservare con minuto dettaglio l'estensione e la natura dei suoi varî terreni risalendo dal fondo della valle verso le alture, seguendo cioè la serie di queste formazioni, sempre meno antiche dal basso all'alto.

Gli strati di Werfen denudati presso Bukovik, pur mostrando subordinate roccie porfiriche, sono nel loro complesso identici a quelli associati con arenarie nella base dello sprone sporgente a ovest di Boljevići sulla valle della Crmnica (fig. 40), e a quelli più bassi di Jasen e Relici con puddinghe silicee del tipo del verrucano, alternate fra le arenarie e gli argilloscisti, essendone evidentemente la continuazione. Ed invero, tanto sul fianco ovest quanto su quello est della Crmnica, il complesso scistoso inferiore di questa piega consta delle solite argille con puddinghe silicee e quindi di arenarie, le quali, nella parte più alta a confine con i banchi di calcare brecciato assai potenti nei dintorni e al disopra di Limljani, si mostrano compatte e riunite in strati di considerevole potenza.

Le roccie andesitiche eruttate attraverso della massa scistosa e che sembrano a sud dello Zelje succedere ai calcari brecciati, raggiungono in questa località e in rapporto con le formazioni di questa piega una diffusione ragguardevole. Ed anzi la presenza di queste roccie che costituiscono pure, insieme con i prodotti della loro disgregazione, la cima dell'altura a mezzogiorno dello Zelje e che si estendono senza interruzione anche nel versante scutarino alquanto sopra a Godinje, rende molto

[1] Arthaber v. G., *Die alpine Trias des Mediterran-Gebietes.* Im Lethaea geognostica; Th. II, Das Mesozoicum; Bd. I, Trias; pagg. 454-455. Stuttgart, 1905.

asimmetrica, in confronto della porzione occidentale della piega, la successione e potenza delle varie forme litologiche. E così molto in alto sul fianco della montagna sotto a quei calcari che ricoprono con irregolare confine la massa eruttiva e che in tutto il territorio della Crmnicka Nahija sottostanno, come ho già accennato, ai calcari del Trias superiore, si ritrovano straterelli diasprini e di nuovo conglomerati, ma questa volta ad un livello altimetrico più elevato di quello che, fra Veli Rasovatac ed Arvan, raggiungono ordinariamente.

Fig. 40. — Valle della Crmnica fra Boljevići e Limljani.

a, a'. Scisti e arenarie di Werfen. — *b*. Muschelkalk inferiore — *c*. Facies prevalentemente scistosa del Trias medio. — *c', c''*. Calcari brecciati e compatti del Trias medio. — *d*. Calcari del Trias superiore.

La sommità dell'anticlinale sarebbe dunque passata lungo la linea predetta, giacchè sotto al Veli Rasovatac a sud di Bukovik ci si trova ancora nel fianco settentrionale della piega, essendo gli strati inclinati a NNE di 35°, mentre bisogna dal villaggio di Limljani spingersi alquanto a sud prima di ritrovare un'immersione opposta alla precedente.

La regione del Gluhido e del Planinik, costituita da strati per la massima parte immersi a SW, rappresenta la gamba anticlinale in parte risparmiata dalla denudazione e costituita superiormente dai calcari e dolomie del Trias che presso ai molini Podkapon, sotto il Planinik, dànno luogo a rupi gigantesche, mentre presso Relici, Srednja Mahala e Jasen, dove la Limska Rijeka ha esplicata la sua erosione, si trovano gli scisti di Werfen che passano a marne variegate e a strati argillosi con *Balatonites prezzanus* Mojs. e con *Spiriferina fragilis* Schloth. del piano di Wengen, immediatamente sottostanti al calcare bianco e rosso, che nella Crmnicka Nahija (fig. 41)

a Skala Vucetina, a nord e al di sotto di Sozina, mi ha presentato numerosi esemplari di brachiopodi e cefalopodi appartenenti — come ho già dimostrato (confr. Palaeontographia Italica, vol. XII), — al *Muschelkalk* superiore.

Fig. 41. — Gradjani (Crmnicka Nahija).
Calcari triasici medi e superiori delle alture, soprapposti alle formazioni scistose del Trias inferiore e medio, localmente bene coltivate.

Le forme determinate sono le seguenti:

Spiriferina (*Mentzelia*) *Mentzelii* Dunk. sp. var. *dinarica* Bittn.
" (*Mentzelia*) *köveskalliensis* Sues in Boeck.
" (*Mentzelia*) *microglossa* Bittn.
" sp. aff. *pia* Bittn.
" *pia* Bittn. var. *dinarica* Bittn.
Spirigera (*Tetractinella*) *trigonella* Schloth.
" *marmorea* Bittn.
" *hexagonalis* Bittn.
Rhynchonella illyrica Bittn.
Rhynchonella dinarica Bittn.
" *bogumilorum* Bittn.
" *decurtata* Gir. sp.
" *plurigibba* Mart.
" (*Norella*) *refractifrons* Bittn.
" (*Norella*) *refractifrons* Bittn. var. *intumescens* Bittn.
" (*Norella*) *refractifrons* Bittn. var. *bosniaca* Bittn.
" (*Norella*) *manganophylla* Bittn.

Ceratites Riccardi Mojs.
" *Bassanii* Mart.
Pinacoceras De Lorenzoi Mart.
" *simplex* Mart.
Protrachyceras Richthofeni Mojs.
" sp. ind.
Acrochordiceras Portisi Mart.
" *enode* Hau.
Procladiscites sp.
Monophyllites wengensis Klipst. sp.
" *Taramellii* Mart.
" sp. (del gruppo del *M. Suessi*).
Proarcestes subtridentinus Mojs.
Proarcestes Reyeri Mojs.
" *ventricosus* Hau.
" sp.
Ptychites patens Hau.
" *subdiscoidalis* Mart.
" *Canavarii* Mart.
" *reductus* Mojs.
" *princeps* Mart.
" *Di Stefanoi* Mart.
" sp. ind.
Orthoceras politum Klipst.
" *Mojsisovicsi* Salom.
" *campanile* Mojs.
" sp.

Rari, di piccole dimensioni e mal conservati sono i gasteropodi e i lamellibranchi che prendono parte insignificante in questa fauna.

Le ricerche del Bukowski nella Dalmazia meridionale hanno condotto alla scoperta di faune di brachiopodi analoghe a questa, nei calcari giallo-chiari a crinoidi (dintorni di Pocminer a sud di Pastrovicchio), nei calcari marnosi grigi (pressi di Bečić e Budua) e nel calcare variegato bianco e rosso fra Stanišici e la valle di Grkova voda. Il Bittner [1] che di dette faune ha compiuto lo studio, le ha ritenute appartenenti al livello ladinico del Trias alpino, livello che corrisponde appunto alla zona a *Protr. Reitzi et Archelaus* (piano norico del Mojsisovics) ossia, seguendo i criterî del Bittner che comprende nel *Muschelkalk* o Trias medio le formazioni fra i *Werfener Schiefer* e il Raibl, alla parte superiore del *Muschelkalk*.

Il calcare fossilifero di Skala Vucetina, ricco di forme caratteristiche del livello predetto, è di una tinta prevalentemente rossa, che si manifesta d'ordinario in chiazze irregolari con sfumature più chiare su fondo bianco.

La conca di Sozina (fig. 42) è un esempio mirabile di sinclinale col fondo irregolarmente inciso come tutte le conche dei terreni carsici. Gli strati del calcare triasico sovrapposti al *Muschelkalk* di Skala Vucetina, hanno nel Planinik, come si può confrontare pure nella trincea di Smokovi sotto Presiječka, un'inclinazione di 35°-40° a S 50° W, mentre lungo la cresta montuosa di confine risultante di un anticlinale solo per metà rimasto ancora a sovrastare il territorio di Spizza, la direzione — confrontabile nelle varie trincee e gallerie scavate per gli assaggi del relativamente abbondante materiale limonitico di Sozina, identico a quello che in modo sporadico comparisce fra gli strati dell'analoga formazione calcarea dei pressi di Nikćević e del monte Kosa — è N 40° W e l'immersione è a N 50° E.

Fra la piega di cui ci stiamo occupando e l'inizio della successiva, troviamo un accenno alla variabilità della direzione delle pieghe tectoniche, le quali da Vir al

[1] Bittner A., *Brachiopoden und Lamellibranchiaten aus der Trias von Bosnien, Dalmatien, und Venetien.* Jahrb. der k. k. geolog. R.-A. Bd. 52, H. 3, 4. Wien, 1902.

rilievo costiero sopra Spizza passano da ENE-WSW, a NE-SW, e cioè ritornano, dopo le maggiori variazioni constatate da Cvijić fra il Lovćen e Kostadin, alla direttiva della linea di sollevamento delle Alpi Dinariche.

La continuità della formazione calcarea del Gluhi do viene a mancare da Limljani verso il Sutorman, ne' cui dintorni si ha un complesso di formazioni argillose, arenacee, eruttive e conglomeratiche erroneamente riferito dagli Autori agli scisti di Werfen, mentre per la sua posizione e per i suoi caratteri paleontologici si deve considerare,

Fig. 42. — Conca di Sozina.
a. Trias superiore. — *b*. Giura superiore.

come ho dimostrato in una mia menzionata Nota [1] equivalente al livello di Wengen, già ammesso dal Tietze come probabile nel versante adriatico del Sutorman, dopo avere ritrovato esemplari di *Spiriferina* confr. *fragilis* nelle arenarie calcarifere di Tugjemile.

Nella valle della Crmnica si può constatare la presenza degli equivalenti del livello di Wengen tanto nel Gluhi do — rappresentato, come ho già accennato, da scisti silicei, da argille e marne variegate, alla base del calcare ladinico superiore di Skala Vucetina, identiche a quelle che oltre Boljevići si sovrappongono al *Muschelkalk* inferiore — quanto e principalmente fra Limljani e il Sutorman.

Allorchè per raggiungere il Sutorman muovendosi da Limljani si risale il

[1] Martelli A., *Il livello di Wengen nel Montenegro meridionale.* Boll. della Soc. Geolog. It., vol. XXIII (1904) fasc. III.

Bieskace potok, rio che affluisce nella Crmnica, si incontra dal basso all'alto la seguente successione di strati disposti a reggi poggio:

a) argille con *Spiriferina fragilis* e *Turbo Eurymedon*, riccamente fossilifere per numero di individui ma non di specie, a sud di Limljani nella località di Bucieri basso;

b) strati marnosi, arenacei e tufacei con affioramenti di porfiriti dioritiche e andesiti;

c) marne e calcari marnosi con noduli di selce e fossilifere a Bucieri alto;

d) conglomerati e arenarie calcarifere cosparse spesso di avanzi carbonizzati e con *Spiriferina fragilis* sotto al passo del Sutorman;

e) conglomerati e calcari grigi, rossi e bianchi del *Muschelkalk* superiore, fossiliferi al Sutorman.

I passaggi fra i termini di questa serie sono graduali, e la potenza loro non è costante perchè principalmente il termine *d*) ha uno sviluppo molto superiore agli altri. Meno estese in confronto alle altre forme litologiche, che ad esse sovrastanno, sono le argille di Bucieri *a*) nelle quali ho raccolto esemplari delle seguenti specie:

Spiriferina fragilis Schloth.
" (*Mentzelia*) *Mentzelii* Dunk. sp.
Pecten Berciglii Mart.
" sp.
Dentalium multiclathratus Mart.
Worthenia sp.
Turbo Eurymedon Laub.
Loxonema triadica Mart.
Toxonema confr. *scalatum* Schloth.
Microschiza littoranea Mart.
Loxotomella Pollux Böhm.
Protrachyceras orientale Mart.

Nel complesso *b*) non ho trovato fossili ben conservati e solo al di sopra di Clisići ho raccolto un campione di marna tufacea, risultante di un impasto di detriti conchigliari con prevalenza del gen. *Myophoria*.

A Bucieri alto, isolati per degradazione meteorica dal calcare, ho trovato i seguenti fossili:

Encrinus granulosus Münst.
" *Cassianus* Laub.
" sp. ind.
Cidaris sp.
Spiriferina solitaria Bittn. var. *paucirostrata* Mart.
" sp. ind.

Spiriferina (*Mentzelia*) confr. *koveskalliensis* Sues in Boeckh.
„ (*Mentzelia*) *Mentzelii* Dunk. sp.
Spirigera montenegrina Mart.
„ „ „ var. *microglossa* Mart.
Rynchonella illyrica Bittn.
„ *zermnitiensis* Mart.
Waldheimia (*Aulacotyris*) *angusta* Schloth.
Hornesia Joannis-Austriae Klipst. sp.
Pecten Berciglii Mart.
Pecten sp.
Nucula Ristorii Mart.
Pachycardia confr. *Zitteli* Bittn.
Myophoria harpa Laub.
„ confr. *carinata* Bittn.
Coelocentrus infracarinatus Kittl.
Marmolatella pianoconvexa Kittl.

È superfluo ripetere qui quanto ho già pubblicato a proposito dell'equivalenza al livello di Wengen (zona a *Protrachyceras Reitzi*) di questi sedimenti e dell'età dei loro fossili, e, per maggiori ragguagli sulla distribuzione geologica di questi ultimi, rimando lo studioso al citato mio lavoro sul livello di Wengen nel Montenegro meridionale.

Parimente ad una *facies* arenacea scistosa del ladinico, sincronizzabile con gli strati di Wengen e Partnach, riferisco le arenarie calcarifere con frequenti avanzi carbonizzati e alternati con i conglomerati, sia per la loro posizione sotto ai calcari del Sutorman, coevi di quelli di Skala Vucetina, sia per la frequente presenza in esse di articoli di crinoidi, identici a quelli di Bucieri alto, e della *Spiriferina fragilis.*

Dai pressi del Han del Sutorman fino a trecento metri a nord sotto il Passo, si hanno arenarie rossastre e turchiniccie alternate talora con argille, tufi e andesiti, e più spesso con banchi di conglomerati.

Queste arenarie vennero per lo addietro considerate come equivalenti al livello di Werfen, mentre, a parte il ritrovamento di fossili del Trias medio, anche l'alternanza con i conglomerati per la massima parte formati a spese del calcare rosso del *Muschelkalk* inferiore, esclude l'appartenenza a tale livello.

Le alternanze dei conglomerati si presentano irregolari nella distribuzione degli strati e nella potenza dei loro banchi, e nella parte superiore del termine *d*), subito a nord del Sutorman dove sembrano maggiormente ridotti, le arenarie si collegano ai calcari della zona a *Protrachyceras Archelaus* mediante straterelli di marne varicolori, fra le quali spicca un affioramento di porfirite.

Fra i 300 e i 500 metri sotto il Passo del Sutorman, si hanno marne e calcari, che specialmente sopra a Limljani ammantano con i detriti e i blocchi delle loro frane le pendici occidentali delle scoscese alture a destra del Bieskace potok, e finalmente a 500 metri sotto al Sutorman ricomparisce il complesso inferiore della

facies scistosa del Trias medio, con le subordinate roccie eruttive affioranti in più punti fra Kljsići e Karudi.

Si può dire fin d'ora che, nel Montenegro meridionale, la parte più alta della formazione scistosa del Trias medio rappresenta, insieme con i calcari della zona a *Protr. Archelaus*, il piano ladinico di Bittner. Se la potenza dei diversi piani del Trias medio fosse nel Montenegro littoraneo presso a poco uguale, gli equivalenti degli strati di Buchenstein, Partnach e Wengen potrebbero forse rappresentarvi la parte media del Trias medio, senonchè il complesso litologico che per la presenza della caratteristica *Spiriferina fragilis* si è dovuto in buona parte sincronizzare con gli strati di Wengen è assai più potente dei calcari rossi della zona a *Ceratites trinodosus* e di quelli rossi e bianchi della zona a *Protrachyceras Archelaus* fra i quali viene compreso; e perciò al predetto complesso prevalentemente scistoso, come piano intermedio locale si può solo assegnare un valore relativo, giacchè nella valle della Crmnica, dove apparisce attraversato da porfiriti dioritiche e andesiti, con le sue alternanze e frequenti sostituzioni di argille, arenarie, marne, calcari e conglomerati viene a comprendere quel periodo di irregolare sedimentazione e di frequenti variabilità batimetriche, subordinate evidentemente all'azione endogena del vulcanismo norico.

In rispondenza della conca di Sozina si ha il valico del Sutorman, pel quale il Tietze constatò passare l'asse di una sinclinale, che per corrispondere appunto a quella di Sozina, viene — come diremo — fra questa località e il Sutorman in gran parte ricolmata da quei depositi del Giura, che nella Presječka Planina si sovrappongono in discordanza, almeno apparente, sul Trias superiore.

Giunti dunque a riconoscere che i terreni del Sutorman vengono interessati da due pieghe fra loro piuttosto compresse, come la forte inclinazione degli strati della sinclinale di Sozina e del valico fa agevolmente constatare, riescono più chiari i cenni sulle varie formazioni che lo costituiscono anche nel suo versante meridionale.

Ripeto ancora che col nome collettivo di Sutorman vengono localmente distinte le alture che riuniscono il Vršuta col Kosa e che tali alture constano di calcare nella parte superiore e di terreni in prevalenza scistosi, marnosi arenacei e conglomeratici alla base. Condizioni analoghe si riscontrano anche salendo per la vecchia e ripida mulattiera da Limljani verso il passo del Sutorman.

È importante notare come il fianco ovest del Bieskace potok risulti di calcari che formano l'ala del secondo anticlinale preso a considerare, e che appaiono quivi assai potenti principalmente pel fatto che queste pieghe del Primorje del nord non sono regolari e simmetriche rispetto al loro asse, ed accennando inoltre ad addossarsi e ad inclinarsi verso l'Adriatico, tendono sempre a sollevarsi nel livello. Tale osservazione viene avvalorata dal fatto che gli strati immersi a SW hanno localmente una inclinazione molto più forte che non quelli immersi a NE. L'indagine tectonica meriterebbe qui un più esteso svolgimento essendo forse la sola che potrebbe condurci a spiegare la causa dei differenti livelli raggiunti da una stessa formazione, a seconda che faccia parte di un fianco o dell'altro di queste pieghe di cui più non rimangono le sommità anticlinali; tantopiù che nemmeno potrebbe asserirsi che, dove non ha agito l'erosione dei torrenti, la denudazione si sia variamente esplicata, poichè nella regione in discorso la potenza verticale delle corrispondenti formazioni sedimentarie non sembra variare molto da un luogo all'altro.

Non dimenticando d'altra parte che frequenti e piccole pieghe secondarie, accompagnate da traccie di fratture più o meno distinte, attestano la forte dislocazione di queste masse eterogenee nel corrugarsi lungo l'asse adriatico, si può anche sufficientemente spiegare come mai gli scisti che servono di base si trovino a nord del Sutorman più in alto che non nel Gluhi do e, reciprocamente, perchè i calcari si presentino a ovest del Bieskace potok non di rado ad un livello inferiore a quello raggiunto dagli scisti e dalle arenarie.

E a proposito di ripiegamenti secondarî, ricordo pure per esempio che gli strati calcarei della sinclinale denudata al Passo del Sutorman (fig. 43), si ripiegano con

Fig. 43. — Passo del Sutorman.

a. Calcari bianchi e rossi del Ladinico superiore. — *b.* Calcari e dolomie del Trias superiore.

una piccola anticlinale, prima di ritornare sotto la copertura triasica superiore e giurese della Sozina Planina.

I calcari rossi e bianchi che sovraincombono a quelli grigi ad entrochi, ai conglomerati e agli strati della *facies* scistosa del Trias medio, dai pressi del valico del Sutorman si prolungano a SE sotto la cresta del Lonać e Muzić rimanendo sottostanti a strati di calcare grigio, e alle dolomie e calcari con traccie di *Megalodus* analoghe a quelle della Kostica. I fossili sono abbondanti in questa formazione calcarea rossa e bianca, nella quale Vinassa cita la seguente fauna ladinica:

* *Spiriferina* (*Mentzelia*) *koveskallien-sis* Suess in Boeckh.
„ confr. *spitiensis* Stol.
„ *pia* Bittn. var. *dinarica* Bittn.
„ sp. ind.

+ *Retzia Mojsisovicsi* Boeckh.
„ confr. *ladina* Bittn.
* „ *Schwageri* Bittn., var. *acuticostata* Vin.
Spirigera trigonella Schloth.
„ (*Pexidella*) *Münsteri* Bittn.

Spirigera (*Eurachtinella*) *contraplecta* Müstr.
" sp. ind.
" cfr. *multicostata* Klipt.
" *Gospodari* Vin.
* *Rhynchonella decurtata* Gir. sp.
" sp. aff. *Cornalianae* Bittn.
\+ " *delicatula* Bittn.
" *trinodosi* Bittn., var. *adriatica* Vin.
" *crnogorska* Vin.
* *Terebratula sulcifera* Schau.
* *Waldheimia angusta* Schloth. sp.
* " *angustaeformis* Boeck.
Encrinus cfr. *liliiformis* Schloth.
Encrinus cassianus Laub.
" *granulosus* Müst.
Pentacrinus sp.
Cidaris Helenae Vin.
" sp.
Macrodon esinensis Stopp.
Pecten Stenodictyus Sol.
" sp.
Aviculopecten Milenae Vin.
Monotis cfr. *Alberti* Gdfs.
Mysidioptera cfr. *Wöhrmanni* Sal.
Hornesia sp. ind.
Plicatula (?) *Xeniae* Vin.
Cyclonema Danili Vin.
Marmolatella Mirkoi Vin.
Pachyomphalus? sp. ind.

A questi fossili debbonsi aggiungere anche le seguenti forme da me trovate a comune col *Muschelkalk* superiore di Skala Vucetina:

Spiriferina (*Mentzelia*) *microglossa* Bittn.
" " *Mentzelii* Dunk., var. *dinarica* Bittn.
Spirigera marmorea Bittn.

Vinassa ha compreso in questa bella fauna anche i fossili dei calcari grigi con crinoidi; ma occorre pure notare che tali comunissimi calcari ad entrochi alternandosi e sostituendosi alle marne variegate della *facies* scistosa del Trias medio, si trovano presso la fontana della mulattiera a sud-est del Sutorman, subito sotto ai calcari rossi e bianchi molto più potenti.

L'età ladinica del calcare rosso e bianco è chiaramente dimostrata dall'autore, che tenendo conto principalmente dei brachiopodi e contrassegnando con un asterisco quelli caratteristici del calcare di Recoaro e con una crocellina quelli superiori dello Schreyeralm, scrive: « Se si pensa poi alla presenza della *Rh. trinodosi* caratteristica e vero fossile guida del *Muschelkalk* superiore e che esiste pure la *Sp. Münsteri* di S. Cassiano insieme ad altre forme di S. Cassiano e della Marmolata e quindi superiori al tipico *Muschelkalk*, non vi può essere dubbio che i calcari rossi con brachiopodi del Sutorman sono appartenenti al *Muschelkalk* superiore ».

Concludendo dunque, tanto gli strati di calcare rosso e bianco di Skala Vucetina quanto quelli del Sutorman sono coevi dei calcari di Esino e del Monte Clapsavon nella Carnia occidentale e di talune delle scogliere calcaree amigdaloidamente intercalate agli scisti silicei dei dintorni di Lagonegro; e insieme con gli strati arenacei marnosi sincronizzati con quelli di Wengen, rappresentano nel Montenegro littoraneo la sommità del piano ladinico (Bittner) o parte superiore del Trias medio, il quale Trias medio, nelle Alpi meridionali, viene pure a comprendere gli strati di Buchen-

stein e di Wengen sostituiti localmente dai calcari della Marmolata e di Esino, e dalle dolomie dello Schlern.

I calcari ben stratificati a sud del Passo del Sutorman (fig. 44) servono di base a quelli fossiliferi rossi e bianchi, e sono quindi corrispondenti ai contigui calcari con crinoidi dei pressi di Voda Otzera. Tale formazione calcarea pure essa del Trias medio, trovasi allo scoperto lungo la strada a sud del Passo; subito a nord del Han l'inclinazione de' suoi strati è di 60° a SW, e solo più in basso, seguendo la via, si constata diminuire fino a 35°.

Sorpassato il valico, l'immersione è a NE e l'inclinazione è di 25°-30°. Discendendo ancora a sud del Sutorman, il limite inferiore di detti calcari bene stratificati, mi è sembrato sotto e a ponente della Kula Lubja, presso il qual punto gli strati facenti parte del lato nord della sinclinale, si presentano inclinati fortemente a SW di 45°-50°.

Fig. 44. — Formazioni triasiche a sud del Sutorman.

a. Facies scistosa del Trias medio. — *b.* Muschelkalk superiore. — *c.* Calcari della Dolomia principale.

Contrariamente all'asserto del Tietze e alle indicazioni segnate dagli autori nelle loro carte geologiche, la formazione cretacica non può dunque esser compresa nei dintorni immediati del Passo del Sutorman, mentre nella regione costiera montenegrina l'ippuritico e in generale il *Rudistenkalk* si trova ad un livello altimetrico molto più basso, e precisamente a sud della baia di Antivari. Le mie ricerche per riconoscere nei calcari del Passo del Sutorman le traccie di ippuriti alle quali pel primo accennò il Tietze, hanno avuto esito negativo; nè poteva accadere altrimenti, perchè anche la posizione dei calcari bene stratificati di cui ho trattato, esclude la possibilità di ritrovarvi fossili cretacei. Ed in vero, i soli calcari poco o punto fossiliferi dei dintorni del Sutorman, sono appunto quelli della destra del torrente che ho

detto essere nettamente stratificati e sottostanti al *Muschelkalk* superiore e che associandosi pure ai calcari brecciati del Trias medio, presso l'ultima ansa della strada carrozzabile verso lo Stol, si trovano in diretto contatto con la formazione eruttiva. Del resto, il Cretacico non solo manca al Sutorman, ma non si trova rappresentato nemmeno sull'alto della contigua catena del Rumija.

Salendo fino sul S. Jlija (1075 m.) e sul Vršuta (1183 m.) si percorre un terreno, ingombro di detriti e dello sfaticcio della roccia calcareo-dolomitica del Trias superiore, che non si presta a sicure osservazioni stratigrafiche. Solo sulla cima del S. Jlija si riscontra che i calcari, simili nell'aspetto esteriore a quelli triasici superiori della regione, sono immersi a NE.

Poco oltre il Passo lungo la strada nuova per Antivari, dopo qualche notevole disturbo nella stratificazione e di un tratto di terreno ammantato di detriti, ricompariscono, immersi a NE, i calcari che si trovano tanto sviluppati presso al Sutorman e che vengono in gran parte attraversati dalla galleria; quindi di nuovo alternanze di straterelli calcarei con calcescisti e calcari scuri, e finalmente, presso al punto in cui la strada con la sua ansa lunga e stretta più si approssima al confine con la Dalmazia, si hanno conglomerati e roccie eruttive. Passate le roccie eruttive, ritorna la formazione corrispondente a quella del S. Jlija, ma con immersione verso il mare. Se questa osservazione è giusta, come credo, proprio sullo Stol dovrebbe passare l'asse anticlinale del rilievo costiero al di sopra di Spizza.

Seguendo la via carrozzabile per Antivari sotto il Sinkoliowški Vrh (quota 884 della carta al 75000 fra Lonać e Muzić) il contatto fra gli strati di Wengen e le formazioni calcaree più alte che coronano le alture, rimane nascosto da una coltre di detriti e di blocchi staccati, che ricordano fino quasi a Tugjemile i terreni e le frane dei pressi di Limljani, e dovuti agli scoscendimenti verificatisi in prevalenza nella serie sedimentaria calcarea del Trias medio e superiore.

Gli scisti policromi e le arenarie calcarifere con *Spiriferina fragilis* dei pressi di Tugjemile, immersi a NNE e che già richiamarono l'attenzione degli autori, si estendono assai anche a valle verso Skalica e lungo le pendici meridionali, fra le quote di media altitudine del rilievo costiero; ma, come è noto, ricompariscono pure nell'adiacente regione di Spizza, nella quale la *facies* scistosa del *Muschelkalk* è stata ben riconosciuta e delimitata per merito del Bukowski. I conglomerati, i calcari marnosi e gli scisti ad essi associati ripetono all'evidenza le condizioni geologiche dell'opposto versante del Sutorman, e nella loro parte inferiore passano, con la sola interposizione di calcari brecciati, ad altri scisti che da Crni Krš in avanti verso la pianura alluvionale della Zeleznica si associano alle solite porfiriti con una *facies* che tutti gli autori hanno ravvisato nei *Werfener Schiefer*; e questi, dalla quota 500 in poi verso Tugjemile, verrebbero a costituire il nucleo fortemente denudato della piega ultima considerata e quindi anche la base del Sutorman, poichè le serie dei terreni delle due pieghe comprendenti i dintorni del Sutorman stesso, possono fra di loro considerarsi come geologicamente corrispondenti.

Nei calcari grigi che si trovano per lungo tratto fra il Sutorman e Lonać a demarcare il passaggio dei calcari rossi ladinici ai sovrastanti calcari e dolomie a *Megalodus*, uniformemente estesi a coronare le alture fra la Bijela Skala e il Kosa,

non mancherebbero fossili; ma per ritrovarsi tanto intimamente compenetrati nella roccia da originare una compattissima lumachella di piccoli bivalvi, gasteropodi e scarsi crinoidi, non mi è stato possibile, nemmeno ricorrendo alla calcinazione, di giungere a stabilire se si potesse o no trattare di equivalenti del calcare di Hallstadt e del Raibl. In mancanza di dati sicuri, mi limito quindi a comprenderli nel Trias superiore.

Le formazioni triasiche dei dintorni di Antivari e del Rumija. — Lungo il versante occidentale della catena del Rumija e più specialmente fra Tugjemile, Antivari e il Lisin, i terreni triasici sono così ricchi di forme litologiche e così fortemente dislocati, da richiedere un lungo studio e più giorni di escursioni in quell'aspro territorio, prima di giungere ad una esatta nozione della locale costituzione geologica.

Gli accurati rilievi del Bukowski nella Dalmazia meridionale, hanno già posto in evidenza serie notevoli di forti dislocazioni specialmente lungo la costa fra i dintorni di Budua e di Spizza, e quindi non sorprende che fenomeni analoghi si presentino pure nei contigui territorî antivarini.

Giunti appena a Tugjemile colpisce subito nel Sutaš quella sella di strati calcari quasi rovesciata e pendente a sud, di cui fanno menzione il Tietze e il Vinassa, giacchè essa trovasi a separare dal resto del Rumija una formazione molto inviluppata e disturbata di strati calcarei sporgenti verso la pianura. Alla base di essa presso la pianura si succedono con irregolare e incostante inclinazione, arenarie, diaspri, scisti argillosi e silicei verdastri, turchinicci e gialli, alternati con calcari rossi e bianchi e brecciati; quindi, per le loro analogie litologiche e per la presenza nelle arenarie calcarifere di *Sp.* confr. *fragilis*, è lecito di comprendere tali terreni nel Trias medio. Le roccie eruttive che vengono talvolta a contatto con i calcari del Sustaš complicano alquanto la locale stratigrafia.

Non mi risulta che negli immediati dintorni di Antivari esista *flysch* eocenico. Le formazioni segnate come tali nelle precedenti carte, risultano di scisti argillosi arenacei e silicei con sporadiche comparse di roccie eruttive; subito sopra ad esse, lungo la vecchia via per Antivari, si notano pure lembi di quei conglomerati rossi che in tutta la catena costiera hanno una posizione ben distinta nel *Muschelkalk*, e così non mi sembra contestabile la loro appartenenza alla *facies* scistosa del Trias medio, in continuazione di quella del Sustaš e di Tugjemile. Tali formazioni scistose servono non solo di base ai calcari solcati dai burroni dell'incassato e impetuoso Rikanac e sui quali si eleva il diroccato castello, ma anche alle nude e nettamente stratificate alture calcaree, che con rupi imponenti dominano da oriente a mezzogiorno il paese di Antivari (fig. 45).

Al livello di Antivari si ha quindi una prima comparsa di calcari grigi, in banchi rilevantissimi e con traccie di megalodonti del Trias superiore; detti calcari sporgono con le loro testate sopra alla vecchia città, hanno un'inclinazione stratigrafica di 40°-50° a NE, e sulla sinistra del Rikanac, dalla parte del sentiero per Mikulić, si presentano con estese superfici denudate.

Osservata dal mare, la catena del Rumija appare come un imponente baluardo dovuto alla sovrapposizione di tre grandiosi scaglioni a reggi-poggio e sporgenti sulla pianura con fronti tagliate a picco (v. fig. 36). La sommità della catena ha la stessa co-

stituzione geologica del primo scaglione, mentre quello mediano mi risulta sormontato da calcari appartenenti al Trias medio. Il ripetersi dal basso all'alto, dalla pianura al Rumija per due volte e con uguale direzione e inclinazione, di una stessa, rilevante

Fig. 45. — Formazioni triasiche a monte di Antivari.

successione stratigrafica comprendente i sedimenti del Trias medio e gran parte di quelli del Trias superiore, fa ricercare l'origine di una tale disposizione nel feno-

Fig. 46. — Le formazioni triasiche a monte di Antivari e la vallecola di Mikulić. Il complesso del Trias medio sottoposto ai calcari triasici superiori della cresta del Rumija e sormontante quelli pure triasici superiori (a sinistra) del Lisin e di Antivari.

meno tectonico abbastanza comune anche nella catena costiera dalmata meridionale, dell'accavallamento di pieghe (*Ueberschiebung* dei geologi tedeschi), che per successiva erosione foggia a struttura embricata le pendici occidentali di questo rilievo costiero montenegrino (fig. 46).

Detti scaglioni, per essere variamente corrosi, simulano due serie subparallele, a differenti livelli, di tre anticlinali sezionati normalmente alla loro direzione, mentre in realtà si tratta di due complessi stratigrafici concordanti, immersi dalla parte opposta delle pendici del monte e variamente erosi, tanto che, per un effetto prospettico, dove i fasci di strati vennero più intensamente incisi lungo la linea NE di massima pendenza, appaiono con le proprie testate ad un livello minore delle parti più sporgenti e alternativamente e grado grado meno asportate dall'erosione.

I calcari, i quali, sorpassato appena il castello di Antivari, hanno fossili della Dolomia principale, si estendono pure a sud-est a costituire la sommità del Lisin.

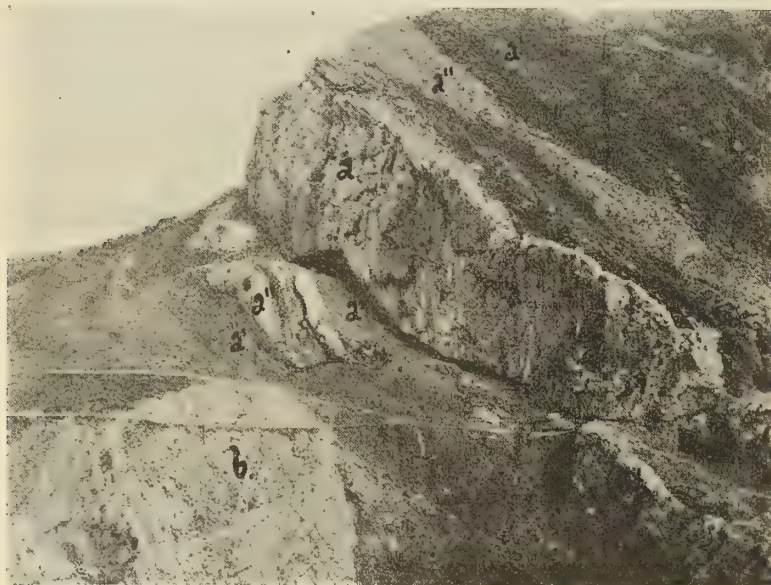



Fig. 47. — Banchi di calcare rosso (a), compresi fra formazioni argillo-schistose arenacee (a') e calcaree selciose (a'') del Trias medio, accavallate sopra ai calcari del Trias superiore (b).

Salendo da Antivari verso Turcine, dopo di aver lasciato i calcari, s'incontrano di nuovo scisti argillosi turchinicci e arenarie calcarifere, che ritengo corrispondere a quelle della *facies* arenaceo-argillosa del Trias medio; sopra a questi, una mole calcarea rossa e bianca — collettrice di quelle acque potabili che, sgorganti alla sua base, vengono derivate per Antivari — viene alla sua volta sormontata da scisti varicolori alternati con arenarie, marne e calcari bianchi, rossi, grigi con selce, grigi con frequenti *Diploporae* e grigi scuri, nettamente stratificati e non di rado con aspetto lastriforme (fig. 47).

Nella località di Turcine, la formazione cambia sovente di direzione e inclinazione, per quei ripiegamenti secondarî che rendono meno chiara l'originaria posizione degli scisti, degli *Hornstein* e dei calcari.

In tutta la serie delle svariate sue forme litologiche, mi sembra incontestabile

lo sviluppo prevalente del Trias medio e certa la comparsa degli scisti di Werfen sotto a tutta la formazione scistosa triasica di Turcine e di Mikulić.

Nel Turcine potok (fig. 48) abbondano anche masse eruttive, in relazione con quelle del Sustaš e in contatto con i soliti scisti comprendenti straterelli ftanitici e diasprini e calcari ora compatti, ora più o meno lastriformi e ricchi di venature di calcite.

Le mie ricerche in questo calcare sono state poco fortunate riguardo a ricchezza di forme, ma soddisfacenti per confermare l'età triasica media di questi terreni così fortemente dislocati e interrotti da frequenti diaclasi.

Fig. 48. — Il Turcine potok, con spuntoni di roccie eruttive fra gli scisti del Trias.

In alcuni dei calcari più compatti e risultanti spesso di un fitto impasto di piccoli crinoidi, di foraminifere e briozoi, ho notato pure qualche incompleto campione di *Daonella* sp., di *Spiriferina* a coste un poco più fitte della *Sp. fragilis*, e nel calcare lastriforme ho distinto qualche raro individuo assai alterato dalla compressione nella roccia ma sufficientemente riconoscibile di *Celtites* sp. e di *Arpadites* confr. *cinensis* Mojs, degli strati di Wengen, del calcare di Esino e di Lagonegro. Rimarchevole è soprattutto la somiglianza, anche litologica oltre che paleontologica di questo calcare lamellare a piccoli cefalopodi con quello dei dintorni di Lagonegro, descritto e figurato dal De Lorenzo in Palaeontographia italica, vol. II.

Scisti, marne variegate e relativi calcari costituiscono ancora il ripido e accidentato pendio fin sotto al Rumija, dove con immersione a NE continuano e vanno a perdersi sotto la mole calcareo-dolomitica della cresta del monte. La posizione relativa dei calcari soprastanti e degli scisti e marne, si osserva molto bene presso Bijela Skala (fig. 49); altrove, un'abbondante coltre detritica ne nasconde il contatto. La stessa *facies* di Trias medio con calcari a *diploporae*, spesso selciosi, intercalati, si prolunga da Turcine alla vallecola di Mikulić, la quale è costituita nella parte occidentale dai calcari triasici superiori del Lisin, immersi a NE e ricoperti, per effetto

della citata faglia di ricoprimento o di accavallamento dal complesso di argilloscisti, arenarie e calcari del Trias medio, costituenti le pendici del Rumija fino ai calcari della vetta e quindi i fianchi orientali di detta vallecola (fig. 50).

Per quanto sia irregolare l'intercalazione degli strati dei vari calcari negli scisti, pure le assise più rilevanti si associano a metà circa di tutto quel complesso che si mostra compreso fra i calcari del Trias superiore.

Ciò che principalmente mi sembra importante, è che gli eteropici sedimenti del Trias medio non si limitano a comparire nell'alto bacino del Megjureć (fig. 51), ma sibbene anche sotto ai calcari con traccie di corallarî del gruppo montuoso del Lisin,

Fig. 49. — Trias della catena del Rumija presso Bijela Skala.
Argilloscisti, marne e arenarie (*a*) e calcari (*b*) del Trias medio, sottoposti ai calcari e dolomie del Trias superiore (*c*).

fino a raggiungere la pianura a sud — dove ho constatato pure un affioramento di porfirite noritica e di calcare rosso — e la valle di frattura di Mrkovici nella quale, con probabile ma non distinguibile interposizione di *flysch* eocenico, i calcari del Cretacico vengono a contatto con le arenarie, gli argilloscisti, i calcari e conglomerati del Trias medio, sviluppati e spesso disturbati — come ripeto — sotto ai calcari del Lisin (fig. 52).

Il calcare bianco, magnesifero, nel quale è scolpita la serpeggiante Bijela Skala, è inclinato 35°-40° a NE, e superato il valico a 903 m. si entra nel territorio della Krajina sul versante orientale del Rumija, interamente costituito da calcari che ripetono il tipico paesaggio carsico della regione dinarica.

Il calcare magnesifero presso al valico è indubbiamente corrispondente al piano della Dolomia principale e contiene traccie di corallarî e di *Megalodus* mal determi-

nabili specificamente. Anche lungo la cresta del Rumija non si ha luogo di osservare altro che calcari dolomitici triasici, analoghi, anche per i resti che contengono, a quelli del Lonać e della Kostica.

Fig. 50. — Veduta della montagna antivarina fino al mare e all'estrema punta dalmata. Contatto fra i calcari del Lisin (*b*) a sinistra, e i soprastanti complessi scistosi (*a*) più antichi, parimenti immersi a NE.

Fig. 51. — Alta valle del Megjureč e continuazione in territorio scutarino delle adiacenti formazioni triasiche fra il Lisin e il Rumija.

I miei rilievi in questa regione mi conducono quindi a risultati alquanto discordi da quelli espressi dagli autori che mi hanno preceduto, giacchè sulla sommità della catena costiera in parola mancano le supposte formazioni cretaciche. Infatti, allorchè si sale verso la Bijela Skala, la serie del Rumija è assai evidente; e con l'appressarsi alla cresta del monte su pel suo fianco occidentale, tutto costituito da testate di

strati immersi a NE, pure incontrandosi terreni sempre meno profondi, non è possibile errare nel riconoscere che tutta la serie delle marne e scisti denudata sotto la cima del Rumija e a Bijela Skala, è sottoposta a dolomie e calcari con frequenti resti ed esemplari di *Megalodus*. D'altra parte, gli scisti del Trias sono troppo vicini, in alto ad occidente della cresta, perchè nella non molto potente formazione calcareo-dolomitica sormontante a reggi-poggio il principale rilievo del Primorje, possa venir compreso anche qualche piano mesozoico più recente del Trias, mentre, prima della comparsa del Giura nel territorio della Krajina, alle formazioni della Dolomia principale succedono quelle del Retico, rappresentate da calcari bianchi, spesso magnesiferi, con piccoli megalodonti del tipo del *Megalodus Damesi* Hoerns. Secondo i miei rilievi

Fig 52. — Il Lisin veduto dalla strada Pristan-Antivari.

approssimativi, il Retico comprenderebbe — alquanto ad oriente della cresta e della incisione che sembra aver parzialmente squarciato il fianco orientale del Rumija — una stretta zona lungo la pendice superiore della Krajina e all'incirca fino alle quote altimetriche 700 e 600, al disotto delle quali, ai calcari del più alto *Dachstein*, succedono calcari con brachiopodi dell'Oolite inferiore, e più oltre con gasteropodi e idrozoi, più precisamente titoniani.

Quando la roccia non è fossilifera, non si distingue se si tratta di *Dachstein* o di Giura, ma per una delimitazione approssimativa fra le due formazioni, può servire localmente di norma anche il fatto che gli strati triasici costituenti la parte superiore della Krajina sono meno potenti e più inclinati di quelli che, sovrapposti ai precedenti, si prolungano con una inclinazione di poco minore e con lievi ondulazioni secondarie fino a raggiungere il livello del lago di Scutari.

La serie delle formazioni triasiche da me studiate tanto nel Montenegro sud-orientale che nel littoraneo, messa a confronto con quella dei principali piani del Trias e con le formazioni tipicamente sviluppate nelle Alpi meridionali, si può riassumere nella seguente tabella comparativa:

PIANI		Montenegro sud-orientale	Montenegro littoraneo	Equivalenze nelle Alpi meridionali
Trias superiore	Retico	Calcari con piccoli megalodonti.	Calcari con piccoli megalodonti.	Calcari retici.
	Norico	Calcari compatti e brecciati bianchi, rosei, grigi e dolomie con megalodonti.	Calcari e dolomie a megalodonti.	Calcare del Dachstein e Dolomia principale.
	Carnico	Calcare dolomitico, zonato, spesso selcioso e povero di fossili.	Calcare grigio con selce e con piccoli gasteropodi e lamellibranchi.	Calcari di Hallsdat (?), Piano di Raibl (?).
Trias medio	Ladinico	Calcari rossi e bianchi con cefalopodi.	Calcari rossi e bianchi con cefalopodi e brachiopodi.	(Zona Trach. Aon.). Calcari ladinici superiori della Carnia. (Zona del Protr. Archelaus). Strati di Wengen. (Zona a Protr. Reitzi). Strati di Buchenstein.
		Dolomie e calcari bianchi, rosei, rossi, grigi, venati di bianco e giallo, ferrugginosi e brecciati.	Calcari ceroidi, marnosi e brecciati. Hornstein, arenarie calcarifere con *Spiriferina fragilis*, marne e argille fossilifere con tufi e porfiriti.	
	Anisico	Complesso di strati calcarei e di arenarie calcarifere con alternanze di straterelli marnosi, silicei, diasprini, ftanitici e in contatto tavolta con porfiriti.	Alternanze di straterelli calcarei e arenarie con conglomerati e marne variegate e con straterelli ftanitici e diasprini.	Muschelkalk alpino — Piano di Recoaro. (Zona del Cer. trinodosus). (Zona del Cer. binodosus).
		Argilloscisti, arenarie e calcari in esili strati.	Calcari brecciati e calcari rossi e grigi con cefalopodi.	
Trias inferiore	Werfeniano (Skytico)	Argilloscisti e arenarie quarzifeie e micacee con porfiriti. Brecciole selcifere quarzose. Scisti argillosi e arenacei bruni e grigi scuri. Arenarie rosse, brune e variegate.	Argilloscisti e arenarie quarzifere, micacee, con porfiriti. Brecciole selcifere quarzose.	Arenarie e scisti con Tirolites Cassianus. Strati con Pseudomonotis Clarai.

Formazioni giuresi.

È molto probabile che esista una lacuna fra Retico e Oolite inferiore nella Krajina, e piano della Dolomia principale e Titonico nella Sozina Planina; fra dette formazioni trasgredienti e d'ordinario fossilifere nessun altro deposito venne finora distinto a sostegno della possibile presenza di strati liasici.

Fig. 53. — Il polje di Koštanj nella Krajina (versante del Lago di Scutari).

Di molta importanza è la formazione calcarea giurese nel territorio della Krajina, comprendente tutto il versante orientale del Rumija fino al confine col distretto di Scutari.

Per la difficoltà di comunicazioni con le altre parti più frequentate del Montenegro, la Krajina — apprezzata solo per la feracità de' suoi polje (fig. 53) e per la produzione di un ottimo tabacco — è rimasta quasi del tutto sconosciuta ai geologi. Sulle indicazioni di Baldacci, Hassert e Vinassa segnano nelle loro carte un lembo giurese presso Godinje, all'estremità settentrionale prossima a Virpazar, ma pel restante del territorio, cogniti della costanza della formazione calcarea fra la supposta Creta del Rumija e la riva del lago di Scutari, hanno segnato, seguendo gli apprezzamenti induttivi del Tietze, come prevalentemente triasica la pendice orientale della catena costiera.

Il Dogger. — I calcari che, presso le quote altimetriche 700 e 600, succedono al Retico nel costituire gran parte della regione mediana della Krajina fra Livari, Iftijani e Koštanj, sono alla loro base ricchi di brachiopodi oolitici, ed hanno strati

con un'inclinazione verso NE sensibilmente minore dei calcari con piccoli megalodonti e delle dolomie polverulenti, che anche poco sopra a Iftijani vengono a contatto della lievemente discordante serie giurese.

I polje allineati in serie e raccordati da una mulattiera fra Livari e Iftijani, sono dominati ad occidente dagli scoscesi fianchi orientali del Rumija, con strati, fortemente inclinati a NE, di calcari a *Megalodus*, ma vengono contornati a monte da calcari con brachiopodi e a valle da calcari con ellipsactinidi, coralli e gasteropodi.

Condizioni morfologiche e geologiche analoghe si constatano fra Iftijani e Koštanj, ma non però di continuo fra Koštanj e il confine politico, perchè col grande e fertile bacino a sud di Koštanj, ricolmo al pari dei precedenti di alti depositi di terra rossa, manca la possibilità di constatare la continuazione dei calcari bianchi — — talora a tessitura oolitica — e grigi, che succedono a quelli triasici della parte più alta delle pendici e vengono sormontati da quelli con idrozoi e corallari estesi fino alla riva del lago.

Nei dintorni di Livari, il calcare grigio è ricchissimo di brachiopodi, tanto che si differenzia perfino in una compatta lumachella.

Al numero straordinario di individui non corrisponde un'adeguata ricchezza di forme; ma tuttavia la fauna, già da me illustrata nel volume XXV (1906) fasc. 3 del Bollettino della Società geologica, presenta elementi più che bastanti per stabilirne l'appartenenza al Dogger.

Le forme riconosciute nei calcari grigi presso Livari e Iftijani, sono le seguenti:

Rhynchonella Ximenesi Di Stef.
Rh. maleniana Grec.
Rh. clesiana Leps.
Rh. infirma Rothpl.
Rh. infirma Roth. var. *foraportiana* Grec.
Rh. Vigilii Leps. var. *erycina* Di Stef.
Rh. Szainockae Di Stef.
Rh. scutarina Mart.
Sh. rubrisaxensis Roth. var. *crassicostata* Roth.
Rh. krajinensis Mart.
Rh. krajinensis Mart. var. *discalarifrons* Mart.
Rh. cfr. *prava* Roth.
Rhynchonella sp.
Terebratuta pectorosa Roth.
Ter. Salvatoris Grec.
Ter. cernagorensis Mart.
Terebratula sp.

Questa interessante fauna che accenna, parmi, ad una formazione di mare poco profondo e magari anche alla prossimità di quei bassifondi che avrebbero più tardi favorito lo sviluppo delle formazioni coralligene della Krajina, corrisponde, come già

dimostrai (loc. cit.), all'Oolite inferiore compreso nelle classiche zone con *Lioceras opalinum* e con *Ludwigia Murchisonae.*

Nella Krajina sarebbe interessante un'analisi minuziosa della successione dei calcari; ma non credo che la scarsa potenza dei calcari privi di fossili macroscopici e sovrapposti direttamente a quelli con brachiopodi, possa incoraggiare la speranza di rintracciare gli interposti piani fra il Giura medio e quello superiore. D'altra parte, se questi non esistessero magari estremamente ridotti, la lacuna fra il Dogger inferiore e il Malm superiore perfettamente concordanti, confermerebbe, almeno per questa regione,

Fig. 54. — Paesaggio carsico della Krajina (Trias superiore e Giura).

l'opinione generica del Vacek ([1]) — combattuta d'altronde da parecchi geologi italiani — che nelle località con una serie giurese molto sviluppata, le zone a *Ludwigia Murchisonae* e a *Lioceras opalinum* siano sempre concordanti con i terreni liasici e in trasgressione con i piani sovrapposti. Ma, per verità, in Italia ciò si verifica di rado e in Oriente si debbono ancora raccogliere gli elementi analitici a sostegno di tale controversa ipotesi.

Non ho potuto constatare se questo calcare dell'Oolite inferiore si ripresenta ancora a nord di Livari, oltre l'aspro rilievo che sembra sbarrare ogni comunicazione fra la Krajina meridionale e quella settentrionale.

Il Malm. — Il rimanente del territorio della Krajina, al di sotto delle quote altimetriche predette fino al lago, è interessato pure da numerose doline (fig. 54) e da

([1]) Vacek M., *Ueber die Fauna der Oolithe von Cap San Vigilio verbunden mit einer Studie über die obere Liasgrenze.* Abhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt, Bd. XII, Wien, 1886.

karren con creste sporgenti a guisa di scogli, e consta di calcari bianchi e ceroidi, ricchi di quelle stesse forme di ellipsactinidi tanto comuni anche al Vjeternik e a Strapče e associate ora con gasteropodi dei generi *Nerinea*, *Itieria*, *Ptygmatis* e *Amberleya*, ora con corallari dei generi *Dermoseris*, *Calamophyllia*, *Stylina*, *Thecosmilia*.

I banchi di questi calcari, con la loro prevalente pendenza a NE, determinano un continuo e rapido declivio verso il lago, e perciò, mentre è grande la loro estensione in superficie, rimane poco rilevante la loro potenza verticale. Questa formazione ha subìto ingenti modificazioni superficiali come ogni altro terreno carsico del Montenegro, ma la sua massa totale rimane sempre indifferenziata, così che anche dove meno attiva è stata la denudazione, lungo le rive del lago e nei dintorni di Murići, Dedići,

Fig. 55. — Calcari giurasici superiori della Presiječka Planina.

Šestani e Seoce, si può sempre osservare la persistenza di fossili sopragiurasici e di calcare oolitico bianchissimo come quello tipico di Šestani, e mai un esemplare qualsiasi di *Rudista* o di *Chamacea* come quelli che nel Montenegro abbondano ovunque si abbiano calcari della Creta.

A Krnjice, Baldacci (cfr. Hassert, loc. cit., pag. 26), avrebbe osservato che i calcari con ellipsactinie e nerinee analoghi a quelli del Durmitor e del Vjeternik, riposano su calcari con *Phasianella* e *Chemnitzia*, confrontabili pel loro carattere paleontologico e petrografico a taluni altri ben conosciuti nel Giura siciliano; non è dunque improbabile che altri orizzonti giuresi oltre il Titonico possano ritrovarsi nella Krajina settentrionale.

A monte di Seoce sottostanno ai calcari oolitici con turricolate, dei calcari grigi compatti con venature gialle, i quali — secondo me — farebbero parte del Trias del Golik; e quando, dirigendosi verso Vir, si giunge presso Godinje, all'uniforme formazione giurese subentrano i calcari sicuramente triasici e le dolomie polverulente delle pendici settentrionali dello Zelje.

Il calcare oolitico bianco con corallari e di età indeterminata, che il Bukowski ha trovato in discordanza sulle dolomie e i calcari del Trias nella limitrofa regione

di Spizza [1], sarebbe, secondo Vinassa, la continuazione di quello che nella Presiječka Planina (fig. 55) contiene:

Ellipsactinia ellipsoidea Steinm.
Sphaeractinia sp.
Trochosmilia sp..

Veramente, i terreni triasici fossiliferi che costituiscono i dintorni settentrionali di Sozina e del Sutorman, escludono la diretta continuazione del Giura superiore dall'Ilijino Brdo sul confine con Pastrovicchio fino oltre la Vršuta; ma in ogni modo non può negarsi l'importanza di questa formazione, che costituisce gran parte della sinclinale di Sozina e che si sovrappone in discordanza sui terreni triasici dei fianchi settentrionali del Vršuta, così che anche il tratto occidentale della carrozzabile a nord del Passo del Sutorman compie la stretta sua ansa in detti calcari con ellipsactinidi.

Corallari e gasteropodi abbondano pure nei calcari della conca di Sozina, per i cui terreni rimane stabilita l'identità di caratteri litologici e faunistici con quelli delle pendici inferiori della Krajina.

Riepilogando, i terreni giuresi del Montenegro meridionale, senza nemmero raggiungere la potenza verticale di uno dei piani del Trias, assumono per la loro estensione superficiale un'importanza ragguardevole nella costituzione dei terreni carsici montenegrini.

A parte i calcari con aptici del Giura superiore indicati dal Lipold fra Cattaro e Cettinje e non più ritrovati da altri, può dirsi che per quanto discordi fossero le opinioni, il Giura si era ammesso nel Montenegro soltanto in base al ritrovamento di calcari con ellipsactinidi, comuni agli strati titonici di Stramberg, mentre oggi nuovi fossili e nuovi dati stratigrafici sono venuti ad avvalorare l'appartenenza di quei calcari al Giura superiore ed hanno fatto rilevare nella Krajina anche depositi dell'Oolite inferiore.

Formazioni cretaciche.

Tanto il Vetters nel Montenegro meridionale, quanto il Bukowski nella limitrofa Dalmazia, notarono l'importanza secondaria che, sia per estensione che per potenza, ha la formazione cretacica nella catena costiera dalmata-montenegrina. Nelle pagine precedenti ho dimostrato che nei dintorni del Sutorman e sulla cresta del Rumjia non esiste la Creta come Tietze pel primo riteneva, e quindi mi rimane soltanto da accennare a quelle comparse di terreni del Cretacico, verificate fra la pianura antivarina e i dintorni di Dulcigno.

Anche in questa regione littoranea il Cretacico mantiene invariata la sua *facies* calcarea; ma, a differenza di quello omotipo dell'interno del Montenegro, apparisce

[1] Bukowski v. G., *Ueber den geologischen Bau des nördlichen Theiles von Spizza in Süddalmatien.* Verhandl. der k. k. R.-A. n. 3, Wien, 1896.

meno disturbato e più semplicemente corrugato. Ad esso si sovrappongono i calcari nummulitici, i quali, litologicamente simili a quelli cretacei che loro servono di base, contribuiscono a rafforzare con la loro presenza sempre più le analogie geologiche e morfologiche della costa orientale adriatica con le coste ioniche, poichè dall'Istria e Dalmazia saltuariamente fino all'Epiro e alla Grecia ho avuto occasione di constatare più volte un diretto contatto fra i calcari della Creta e dell'Eocene medio, spesso indifferenziati da un identico aspetto esteriore.

Il rilievo costiero della Volovica, ritenuto per lo addietro interamente eocenico, deve invece ritenersi cretacico; e più che una piega regolare col crinale corrispondente alla direzione stratigrafica, deve considerarsi come una gamba anticlinale con strati inclinati a NE di 40°-45°.

Un'incisione intramezza, per così dire, il rilievo nella metà verso il mare ed il fondo di essa ha frequenti e ampie doline. Avendo percorso per lungo e per traverso questo rilievo rupestramente corroso e privo di comodi sentieri, per le abbondanti traccie di rudiste osservate sulle superfici dei calcari ne ho facilmente constatato la perfetta analogia con le formazioni costiere e insulari della parte superiore della Creta della Dalmazia. Del resto, anche a Pristan, al limite meridionale della baia di Antivari, il calcare è bensì poverissimo di fossili, ma presenta qua e là traccie non dubbie di rudiste; basta percorrere la via lungo il nuovo porto ed il sentiero per la stazione radiotelegrafica, per riconoscere lo sviluppo dei calcari ippuritici.

Il volume della piega originaria è molto ridotto, così che i fianchi dell'attuale Volovica appaiono ovunque fortemente abrasi ed assai ripidi, sia sul mare, dove gli strati a reggi-poggio determinano una costa scoscesa, sia sul Ričanac, dove il rilievo risulta di banchi inclinati verso la pianura con forte pendenza. All'altezza di Dobravoda la corrosione sembra ancora più intensa, finchè fra Ploča Goranska e il Megjureč la piega anticlinale non si presenta completa anche nel suo fianco occidentale, ricoperto dai calcari nummulitici e dal *flysch* eocenico.

Il contatto fra la formazione ippuritica e quella triasica dell'ossatura fondamentale della catena costiera, avviene lungo una distinta linea di frattura diretta da NW a SE e corrente dalla pianura di Antivari oltre Mrkovići e il Megjureč.

Fino alla punta di Dobravoda, il fianco sud-occidentale della Volovica origina un tratto di costa poco o punto frastagliato da insenature, ma — come ripeto — limitato da ripe dovute all'arretramento orizzontale della costa di fronte al mare; poi, seguendo la predetta direzione, il rilievo si prolunga parallelamente alla valle tectonica di Mrkovići e allora la costa fino a Val di Noce, invece di mantenere la direzione NW-SE, taglia obliquamente la serie dei rilievi che si ripetono fino a Dulcigno con le interposte sinclinali ricolme dal *flysch*, dando luogo ad una costa frastagliata da piccole insenature.

La formazione eocenica, tanto sviluppata verso il mare nelle pieghe successive a questa ora considerata, non mi è risultata in alcun punto della groppa cretacica della Volovica (fig. 56), sulle cui principali eminenze, quali Vela Zabja (m. 256) e Pašina (m. 244), abbondano calcari ippuritici come sulla Ploča Goranska (m. 243).

È poi fuori dubbio che l'impalcatura dei rilievi fra Mrkovići e Dulcigno risulta di calcari a rudiste.

Formazioni paleontologicamente identiche a quelle della Volovica si constatano pure nel Mužura (m. 624).

Nei calcari inclinati a NE presso la sommità del Mužura, fra molte rudiste solo genericamente determinabili, Vinassa distinse una *Hippurites* confr. *Heberti* Mun. Chalm., la cui presenza potrebbe avvalorare il riferimento al Senoniano. Sulla cima, i banchi calcarei — sempre diretti NW-SE — sono quasi raddrizzati; ma sebbene manchino condizioni favorevoli per esatte osservazioni stratigrafiche, pure il fatto di aver ritrovato in posto sul Cretacico, anche nel ripidissimo fianco sud-occidentale, dei

Fig. 56. — Il rilievo cretacico della Volovica da Dabravoda.

calcari compatti associati ad altri più marnosi come quelli che a Kunja s'interpongono fra la Creta e il *flysch*, e del succedersi del *flysch* poco sotto la cima nel versante di Val Kruči, prova che il Mužura consta di una piega inclinata verso il mare.

Dal Mužura al mare non vennero verificati altri affioramenti ippuritici, quantunque sia incontestabile l'impalcatura cretacica della contigua piega eocenica fra Val Kruči e Dulcigno.

Il riferimento del Cretacico costiero ai piani fra il Turoniano e il Senoniano non può per parte mia accertarsi ancora, perchè i dati paleontologici sul Mužura e la Volovica sono ancora insufficienti allo scopo, e perchè quasi unicamente in base al confronto con la Creta del bacino della Morača, delle isole dalmate, e col Dordoniano dell'Italia meridionale, sono venuto nel convincimento che l'età del calcare a rudiste della costa possa risalire al Senoniano piuttosto che al Turoniano.

Sopra a detti calcari non si osserva alcun deposito che accenni ad un differente regime di sedimentazione e nemmeno a depositi sincronizzabili con quelli dell'infra-

eocene, poichè il calcare dell'Eocene medio direttamente sovrapposto alla Creta superiore accusa quella stessa lacuna stratigrafica, od almeno paleontologica, che, notoriamente comune nella parte meridionale del bacino adriatico e meno frequente invece nella parte settentrionale, non si limiterebbe sempre ai sedimenti marini dell'alba cenozoica, ma si estenderebbe pure al tramonto dell'êra mesozoica.

Formazioni eoceniche.

Il Nummulitico. — Nella costituzione di quelle pieghe che si estendono nel Primorje fra Mrkovići e la costa di Dulcigno, prendono parte, oltre ai calcari della Creta superiore, anche i calcari nummulitici. La regolare, per quanto spesso interrotta, copertura eocenica estesa sulle mentovate pieghe littoranee, non dà modo di constatare una successione qualsiasi nei calcari che qui complessivamente designo con l'appellativo di nummulitici. Essi poggiano in concordanza — almeno apparente — sulla Creta superiore e servono di base agli argilloscisti ed alle arenarie del *flysch*; sono poco potenti e, poveri di nummuliti a contatto con l'ippuritico, presentano negli strati superiori caratteri paleontologici tali da comprovare l'appartenenza alla parte più bassa dell'Eocene superiore.

Per questo tratto di bacino adriatico meridionale difettano gli elementi per applicare le suddivisioni e le equivalenze adottate e riassunte di recente dallo Schubert (1) per l'Eocene medio della Dalmazia, giacchè alla base del nummulitico montenegrino non si trovano nè calcari a milioline nè ad alveoline e a nummuliti, così comuni nei terreni poco dissimili del littorale e delle isole dalmate, e nemmeno quei calcari, ora subsaccaroidi ora apparentemente screziati e ricchi di foraminifere, che in talune delle isole Jonie trovai fra il Cretacico e il Nummulitico principale. E poichè mi trovo ad enumerare delle constatazioni negative, aggiungo pure che non ho trovato alcuna traccia di quelle formazioni extra-marine che nella geomorfologia istrio-dalmata vennero dallo Stache (2) comprese nel piano liburnico; quindi, a conferma di quanto asserii altrove (3), rimane assodato che le formazioni di acqua salmastra e di acqua dolce, le quali nell'Istria e nella Dalmazia settentrionale segnano la fine del Cretacico e il principio del Terziario, non sembrano varcare effettivamente i confini dell'antica Liburnia.

La mancanza di dati paleontologici e l'accennata lacuna stratigrafica, secondo le attuali risultanze, comprenderebbero dunque la sommità della Creta, l'Eocene inferiore e gran parte del medio.

(1) Schubert R. J., *Zur Stratigraphie des istrisch-norddalmatinischen Mitteleocäns.* Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. LV, pag. 173. Wien, 1905.

(2) Stache G., *Die liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte,* Abhandl. der k. k. geolog. R.-A. Bd. XIII. Wien, 1899.

(3) Martelli A., *Osservazioni geografico-fisiche sull'isola di Lissa.* Boll. Soc. geogr. ital., fasc. V e VI. Roma, 1904.

Il Nummulitico che nel Mali Kručit-Mal Barz o Bijela gora — tra Val Kruči e Val Noce — e nel rilievo estremo di Menders costituisce la *facies* calcarea e solo subordinatamente marnosa dell'Eocene costiero, risulta in prevalenza di calcari biancastri e compatti, talvolta subcristallini tal'altra grossolanamente granulosi, più raramente di forme brecciate e marnose come quelle che presso Bratica presentano esemplari di nummuliti e orbitoidi.

Riconosciuta l'interposizione del calcare eocenico fra quello della Creta e gli scisti dell'Eocene superiore, è molto probabile che possano riferirsi al nummulitico i calcari più alti della serie lungo le pendici occidentali della Ploča Goranska. Con

Fig. 57. — Estremità meridionale del Mal Menders (calcare nummulitico) a Dulcigno.

sicurezza si può invece affermare che alla piega cretacica del Mužura si sovrappone nelle pendici inferiori una cintura di strati calcarei nummulitici, i quali da Val Kruči verso occidente costituiscono tutta la piega della Bijela gora, comprendente pure il rilievo del Mal Menders fino a Dulcigno (fig. 57).

Nei calcari più alti della serie raccolti a Mal Barz — dove l'inclinazione è NE di 35° — presso le prime case di Dulcigno e nel Mal Menders, ho riscontrato identità di forme e di aggruppamento, così che trovo inutile di citare separatamente le specie distinte come segue:

Lenticulina Paronaea Guettardi D'Arch. et H.
L. Paronaea biarritzensis d'Arch. et H.
" confr. *striata* d'Orb.
" *variolaria* Sow.
" *irregularis* Desh.
Orthophragmina (?) *aspera* Gümb.
Orthophragmina nummulitica Gümb.
" *papyracea* Boub.
" *Pratti* Mich.
" *ephyppium* Sow.
" *radians* d'Arch.
Cidaris sp.
Echinolampas sp.

L'associazione delle nummulitidi citate, si scosta alquanto da quella tipica dell'Eocene medio e caratterizzata da forme granulate e di maggiori dimensioni. Se il calcare in questione si presentasse ricco delle sole citate nummuliti potrebbe segnare un passaggio fra l'Eocene medio (Parisiano di Mayer non d'Orbigny) e quello superiore (Bartoniano); ma la presenza di quelle forme di *Orthophragminae* che preludono allo sviluppo più grande da esse raggiunto nella parte media e superiore del Bartoniano di Mayer, m'indurrebbe ad assegnare il calcare nummulitico dei dintorni di Dulcigno alla parte più bassa dell'Eocene superiore, senza però escludere che nei calcari sottostanti e ancora più poveri di nummuliti, si ritrovino gli equivalenti dei più alti livelli dell'Eocene medio. Quindi, senza lacune, i depositi bartoniani si completano con i sedimenti del *flysch*.

Quei calcari eocenici contro ai quali vanno a sovrapporsi i sedimenti miocenici del porto di Dulcigno, nelle alture che prospettano a settentrione le antiche case della cittadella, hanno strati abbondantemente bituminosi.

Sappiamo da Hassert e da Vinassa che del bitume di Dulcigno ha diffusamente trattato l'ingegnere Baldacci nella sua inedita relazione mineraria; le mie osservazioni in proposito non potranno dunque avere che un' importanza molto relativa.

A NNW di Dulcigno si notano traccie di precedenti escavazioni, e queste, secondo le affermazioni locali, sarebbero riuscite abbastanza proficue e promettenti malgrado la superficialità delle ricerche; d'altra parte nulla impedisce di ritenere che le scaturigini di bitume vischioso, messe allo scoperto dove piccole trincee interrompono la continuità della stratificazione, altro non siano che sbocchi di altrettante ramificazioni o appendici filonari, che attraverso alle fratture della roccia si ricollegano alle masse principali raccolte in tasche o cavità interne.

Dalla qualità del bitume e dalle numerose scaturigini, vennero concepite molte speranze sull'utilizzabilità del giacimento, ma purtroppo la produzione non francherebbe le spese di una difficile escavazione nei calcari.

Calcari bituminosi sono frequenti lungo il mare fra Val Kruči e Dulcigno, ma in nessun'altra località del Primorje il bitume si presenta con relativa abbondanza e semiliquido come appunto nelle numerose ma piccole scaturigini a settentrione della cittadella veneziana; circostanza questa che farebbe supporre un maggiore locale addensamento di queste masse bituminose, dovute, secondo la più attendibile delle teorie, a parziali e lente distillazioni di organismi fossilizzati in condizioni fisiche favorevoli.

Ritengo inoltre che il bitume vischioso di Dulcigno, già riconosciuto di buona qualità, non potrà rimeritare una coltivazione su larga scala, perchè se le traccie bituminose non mancano presso il mare, nemmeno entro il raggio di un chilometro dalla principale località bituminifera del paese si presentano altre scaturigini ricche e diffuse, per attestare una possibile ragguardevole estensione di tale giacimento.

Infine, la varietà della costituzione geologica in questo lembo montenegrino, nel quale le groppe calcaree sbarranti da Mrkovići a Dulcigno il Primorje meridionale mostrano sporgenze cretaciche ad interrompere la continuità del nummulitico, non può aver

certo favorito in una grande zona la persistenza di quelle condizioni geologiche e fisiche, adeguate e necessarie all'origine di un esteso giacimento bituminifero. E così, restringendo l'importanza di questo giacimento dentro i suoi giusti confini, si comprende come esso possa riuscire proficuo ai proprietarî alla sola condizione di venir coltivato con intendimenti molto modesti.

Il flysch. — Oltremodo disturbato dalle dislocazioni posteoceniche, il *flysch* si distenderebbe in discordanza contro le formazioni scistose del Trias, confondendosi spesso con esse e quasi incuneandosi fra quei sedimenti del Trias e della Creta, che vengono a contatto nella valle di Mrkovići lungo una linea che passa per Dobravoda e il corso inferiore del Megjureč.

Questo *flysch*, che a Mrkovići sarebbe molto ridotto e non di rado confuso con gli scisti triasici, si manifesta in modo sicuro e spiccato nelle valli allungate del corrugamento costiero, addensandosi in lunghe striscie fra le strette pieghe calcaree che si succedono e quasi si addossano fino al mare.

In origine, il terziario costiero montenegrino si distendeva in una superficie molto più vasta dell'attuale; ma i turbamenti tectonici ridussero e l'abrasione marina distrusse gran parte di quei terreni, risparmiando il lembo regolarmente corrugato e morfologicamente collinoso fra Antivari e Dulcigno. Infatti questo *flysch* littoraneo si ritrova pure saltuariamente sull'estrema costa dalmata e con identità litologica perfetta fra Castellastua, Budua e Cattaro, nelle cui argille scagliose il prof. De Stefani raccolse delle piccole nummuliti e delle *chondrites*.

Questo *flysch* costiero, identico a quello dei dintorni di Premiči già da me sincronizzato col piano di Priabona, risulta di argille scagliose rosse, giallastre, verdognole, turchiniccie; di scisti arenacei friabili con scagliette di mica e calcariferi con resti di fucoidi, avvicendati qua e là con marne varicolori; di arenarie brunastre, verdi, grigie, micacee, ora friabili, ora compatte.

Irregolarmente alternate fra gli scisti e le arenarie, si hanno brecciole nummulitiche risultanti in prevalenza di frammentini angolosi di calcare.

La stratificazione del *flysch* è ovunque assai disturbata.

La *facies* argilloso-arenacea dell'Eocene littoraneo, in conseguenza della sua facile erodibilità, viene abrasa — com'è naturale — più rapidamente del calcare; e questa differente resistenza agli agenti esterni influisce sulla morfologia della costa, poichè dove la linea costiera taglia la serie delle pieghe fra Mrkrovići e Dulcigno, si ha un'alternanza di insenature incise nel *flysch* in corrispondenza delle sinclinali, e di piccoli promontorî sporgenti sul mare in corrispondenza delle anticlinali calcaree. Non meno palese è l'influenza che l'alternanza di dorsi calcarei con striscie scistose nelle valli allungate determina sull'aspetto del paesaggio, giacchè in quelli si rinnuova l'aridità del Carso, in queste invece s'intrecciano i rivoli fra il rigoglio di una vegetazione non meno ricca di quanto si può notare nei *polje* della Volovica, della Gorana e del Mužura, ricolmi di terra rossa.

Riguardo all'estensione di questo *flysch* può dirsi che il maggiore sviluppo viene da esso assunto fra i rilievi della Ploča Goranska e il Mužura, dalla Punta Meret lungo la direzione dell'allineamento montuoso NW-SE, fino a costituire le collinette che delimitano a settentrione gran parte della pianura del Fuša Zogaj.

La potenza di oltre un centinaio di metri e i disturbi stratigrafici di questa formazione, sono ben manifesti presso la moschea di Kunja, dove le arenarie e gli scisti sono quasi raddrizzati e rinnuovano a breve distanza scambî di immersioni a NE e a SW, con inclinazioni talvolta superiori a 60°. Altrettanto disturbato è il *flysch* di Val Kruči, che contiene pure potenti strati di arenaria con traccie carboniose e che, contrariamente a quanto avviene sul fianco opposto del Mužura, si ritrova ben presto sotto la cima di questo monte per estendersi non solo nella sinclinale fra il Mužura e il Mal Barz fino al Fuša Zogaj, ma anche presso Dulcigno a sinistra entrando in paese.

Sul fianco occidentale del Mužura, il *flysch* arriva alla quota di 400 m.; mentre ad oriente raggiunge a Kunja l'elevazione di 325 m. donde discende, fino a contatto del quaternario, nella pianura del Fuša Zogaj, a dieci metri sul livello del mare.

Formazioni mioceniche.

Addossata all' Eocene e tutto intorno al piccolo porto di Dulcigno fino alla pianura, si presenta una formazione neogenica costituita da alti banchi di calcare nulliporico, grossolano, giallastro, ricco di fossili e con intercalazioni frequenti di straterelli friabili marnosi e arenacei. L'inclinazione stratigrafica è di 20° a SW, ma tutta questa massa calcarea rimane a picco sul mare, perchè i flutti marini battendola potentemente in breccia hanno in essa scavata la stretta insenatura, all'ingresso della quale sorge, fantasma di una gloria passata, la vecchia cittadella veneziana (fig. 58).

Vinassa dimostrò pel primo l'età miocenica media di questi strati ricchi particolarmente di *Pecten* e di *Ostreae*, ma, mentre il Baldacci li aveva ritenuti pliocenici fondandosi sulle assomiglianze col Pliocene italiano dopo che il Tietze era rimasto incerto sul loro riferimento al Pliocene piuttosto che al Miocene, già il Suess [1] ne aveva intuita l'appartenenza al Miocene fra mezzo ai dubbî del Tietze, ricordando che, secondo il Boué e le indicazioni paleontologiche del Hoernes, terreni analoghi sarebbero esistiti presso Kroja nella depressione dell' Imi in Albania [2]. Il Suess veniva perciò ad ammettere presso Dulcigno lo sbocco di un lungo seno miocenico diretto verso SE, e tendente a ricollegarsi con quello che dal bacino terziario di Okrida si sarebbe prolungato verso NW, come i depositi del primo e secondo piano mediterraneo scoperti dal Boué nella depressione Albanese fra Durazzo e Tyrana farebbero logicamente supporre.

[1] Suess E., *Das Antliz der Erde*, Bd. III, pag. 413, Wien, 1901.
[2] Boué A., *Der albanesische Drin und die Geologie Albaniens*, loc. cit.

Depositi sincroni non sembrano ripetersi più a nord sulle rive orientali dell'Adriatico, ma sono conosciuti nel mezzo di questo mare nelle isole Tremiti ([1]) e più a sud oltre che presso Kroja, anche sullo Skumbi a mezzogiorno di Elbaisan, poichè probabilmente possono appartenere all' Elveziano quei calcari a bivalvi e a *Potamides pictum*, citati dal Viquesnel ([2]).

Sedimenti pure miocenici costituiti da straterelli marnosi ed arenacei molto friabili si ritrovano pure nelle collinette ad est di Dulcigno, e precisamente a Pištuli presso Golumbe, lungo le pendici inferiori del Mužura e al margine della pianura. I contributi apportati da Vinassa ([3]) e dal Nelli ([4]) con lo studio del materiale da

Fig. 58. — Calcari nulliporici del Porto di Dulcigno.

me raccolto a Dulcigno e a Pištulj, hanno — si può dire — quasi completato l'illustrazione geologica di questi lembi miocenici.

La roccia che specialmente all'ingresso del porto di Dulcigno e sotto alla cittadella veneziana contiene numerosi fossili, è in gran parte costituita da un agglomeramento di *Lithothamnium* e di tritumi minuti di conchiglie, briozoi e foraminifere del genere *Operculina*, *Amphistegina*, *Rotalia*, *Discorbina*, *Biloculina* distinte dal Nelli nelle sezioni sottili al microscopio. I lamellibranchi e in particolare i

([1]) Tellini A., *Osservazioni geologiche sulle isole Tremiti e sull'Isola Pianosa nell'Adriatico*, Boll. Com. geol. it. Roma, 1890.

([2]) Viquesnel A., *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, Mém. de la Soc. géol. de France, sér. 2, th. 1, 1884, pag. 268.

([3]) Vinassa de Regny P. E., *Osservazioni geologiche sul Montenegro* ecc., loc. cit., pp. 522-524. — *Fossili e impronte del Montenegro*, Boll. Soc. geol. it., vol. XXIII, fasc. 2°, 1904.

([4]) Nelli B., *Il Miocene medio di Dulcigno e Pistulj nel Montenegro*, Boll. Soc. geol. ital., vol. XIII, fasc. 1°, 1904.

pectinidi e le ostree vi abbondano talora in modo tale, da rendere l'aspetto della roccia simile ad una panchina.

La fauna dei calcari a nulliporidee e delle interposte arenarie di Dulcigno, risulta, secondo le determinazioni del Vinassa e del Nelli, delle seguenti specie:

Lithothamnium adriaticum Vin.
Lithothamnium sp. ind.
Cytherea multilamella Lk.
Chlamys multistriata Pol. var. *tauroperstriata* Sac.
Aequipecten opercularis Lk.
Aequipecten scabrellus Lk.
Aequipecten Malvinae Dub.
Macrochlamys latissima Br.
Flabellipecten solarium Lk. in Hoern.
Flabellipecten incrassatus Partsch.
Pecten revolutus Br.
Pecten Nicolai Vin.
Radula Martellii Nell.
Ostrea germanitala De Greg.
Ostrea crassissima Lk.
Ostrea lamellosa Br.
Ostrea digitalina Dub.
Picnodonta cochlear Pol. var. *navicularis* For.
Picnodonta cochlear Pol. var. *alata* For.
Balanus spongicola Bronn.
Odontaspis sp.

A Pištulj, invece della *facies* calcarea nulliporica, è sviluppata quella marno-argillosa-arenacea, nella quale difettano i pectinidi e abbondano quasi le stesse forme di ostree citate per Dulcigno, più le seguenti:

Ostrea giugensis Schloth.
Anomia ephippium Lk. var. *costata* Br.

L'*habitus* di questa fauna corrisponde al tipico Elveziano di Mayer, al Serravalliano di Pareto, al calcare di Leitha e di molte località del Miocene medio d'Italia; quindi nessun dubbio può rimanere sull'esattezza del riferimento cronologico precisato dal Vinassa e dal Nelli, tanto più che un simile aggruppamento di specie è proprio caratteristico della plaga delle laminarie del Miocene, come dal magistrale lavoro del De Stefani sui terreni terziarî superiori del bacino mediterraneo [1] chiaramente si rileva.

A Pištulj (Golumbe) si può osservare bene il contatto fra le arenarie del *flysch* e gli strati miocenici marno-argillosi. Questi, direttamente sovrapposti alle arenarie e agli scisti dell'Eocene superiore, sono pure essi inclinati a SSW, e nella loro parte mediana, risultante di argille e sabbie ricche delle citate forme di ostree, si alternano con irregolari ed esili letti di lignite, sulla quale, dopo che ne venne esagerata l'importanza, converrà pure aggiungere poche parole.

La potenza del principale banco, se così si vuol chiamare, è dai 5 agli 8 centimetri; ma la sua estensione in superficie è abbastanza considerevole, perchè si prolunga par un buon tratto verso SW e rimane qua e là allo scoperto nelle varie incisioni che le acque torrenziali dei rivi hanno scavate fra le argille, le marne e

[1] De Stefani C., *Les terrains tertiaires supérieurs du Bassin de la Mediterranée*, Mém. de la Soc. géol. du Belg., th. XVIII, Liège, 1893.

le sabbie di dette collinette mioceniche, le quali, ripeto, segnano il margine nord-occidentale della pianura del Fuša Zogaj.

A proposito delle basse colline di Golumbe bisogna pure ricordare che esse sono in origine dovute alle testate, posteriormente degradate, della poco potente formazione miocenica; questa, sovrapponendosi direttamente al *flysch*, forma localmente un'ala di sinclinale, risultante appunto di strati marno-argillosi e sabbiosi, i quali, mediante una scomposta serie di ciottoli disgregati, presto s' immergono sotto alla coltre pleistocenica della pianura.

In base a questa constatazione di fatto non è difficile arguire che solo il piccolo banco messo allo scoperto nelle incisioni naturali potrebbe venire coltivato, senza che ulteriori assaggi possano dare speranza di rintracciarne altri più ricchi. Ed invero, dopo aver delimitata la potenza locale della formazione miocenica constatando i contatti che le testate de' suoi strati hanno a NNE col *flysch* e a SSW con i conglomerati quasi disgregati e le sabbie della pianura; e dopo aver riconosciuto che il piccolo letto di lignite potente 5-8 centm. si presenta come il più profondo perchè più prossimo alle arenarie del sottostante Eocene, senza che se ne abbiano dei maggiori negli strati più alti, la presenza di abbondante lignite al disotto della coltre alluvionale del Fuša Zogaj è da escludersi senz'altro, tanto più che per la non molta lontananza del mare non rimane più traccia della probabile conca miocenica.

Relativamente alla qualità aggiungo infine che si tratta di una lignite torbosa, spesso terrosa, con frattura a scaglia e inquinata da limonite dovuta in origine a solfuri di ferro, così che dal lato industriale è da ritenersi come di qualità inferiore, sebbene non sia del tutto trascurabile pel suo potere calorifico, trattandosi di una lignite piuttosto antica.

L'esiguo spessore del banco non può certo venir compensato dalla sua estensione in superficie nel sottosuolo della pianura fino al mare; e se si pensa che la spesa per la coltivazione di un semplice letto di lignite, poco utilizzabile per la sua impurità, è indiscutibilmente superiore al vantaggio commerciale che se ne potrebbe ricavare bisogna concludere che dall'escavazione della lignite miocenica di Golumbe non sarebbe possibile trarre alcun profitto.

Formazioni quaternarie e recenti.

Il piano della Crmnica e i terreni alluviali di Vir rappresentano le sole importanti formazioni quaternarie, che sulle rive occidentali del lago di Scutari si ritrovino dalla Bojana fino alla Rijeka.

Sappiamo invece che un'ampia pianura alluviale solcata dalla Morača e dal Cem si distende in territorio montenegrino ai margini settentrionali e nord-orientali del lago, prolungandosi per oltre 20 km. in direzione nord, fino a comunicare, per la valle della Zeta, col bacino di Spuž; e che tutto attorno al lago, fino ai primi rilievi calcarei delimitanti la pianura marginalmente acquitrinosa, essa risulta di fertilissimo

humus, mentre lontano dalle paludi rimane caratterizzata da una zona ricca di conglomerato e povera di vegetazione.

Dalle recenti ricerche del Vetters è risultato che i piani del bacino di Scutari, della Bojana (fig. 59) e del Drin sono diluviali e alluviali, e che sotto ad essi si trovano strati pliocenici in parte marini fossiliferi, come presso Kopliku sulle rive orientali del lago di Scutari, e in parte limnici. La fauna marina di Kopliku prova appunto che il mare pliocenico, che si distendeva sulle depressioni del Drin e della Bojana, s'insinuò come un fiord nel bacino dell'odierno lago di Scutari fra le Prokletje e l'estremità della catena dinarica, tanto che il bacino di Scutari, ad onta del suo carattere di *polje* posto in risalto dallo Cvijić non potrebbe essere di formazione così giovane come crede l'egregio geografo serbo.

Fig. 59. — La Bojana a S. Nikola.

In continuazione della grande pianura scutarina, fra gli estremi rilievi del Primorje e la Bojana, abbiamo già osservato a Golumbe, sopra al Miocene, depositi di ciottoli disgregati — relitti forse di quell'antico bacino pliocenico di cui il lago di Scutari dovrebbesi considerare l'avanzo — sottoposti alla grande alluvione ghiaiosa e sabbiosa del Fuša Zogaj, che oggi estendendosi fino alla costa, termina al mare confondendo i suoi materiali con le alluvioni marine e le sabbie delle dune.

I fenomeni carsici che hanno tanta importanza nella morfologia del paesaggio calcareo, con i loro *karren*, con le loro doline e relativi *ponor* o sfoghi e condotti sotterranei, con i loro ampî bacini o *polje* resi fertili da una grande quantità di terra rossa, per essere di origine quaternaria potrebbero in questo capitolo diffusamente descriversi, se l'indole essenzialmente geologica del presente lavoro non mi trattenesse dall'insistere su fatti, i quali, già molto studiati per la loro genesi e per i loro effetti generali, avrebbero per i particolari un interesse unicamente geografico.

I torrenti che discendono direttamente dalla catena del Rumija verso il mare, travolgono nel loro breve ma rapido corso i materiali asportati dalle loro rive e li depositano, allorquando dilagando per la pianura perdono velocità e forza. In modo molto semplice si spiega dunque il riempimento della baia di Antivari, nella quale, in modo simile a quanto si riscontra nel Fuša Zogaj, i materiali travolti fino al mare, e cioè ciottoli, sabbie, limo, si confondono ormai presso al margine della insenatura di Pristan con le ghiaie e le sabbie adunate sulla spiaggia in conseguenza del moto ondoso e dell'arretramento marino.

Dai pendii dei rilievi molto ripidi e dalle alte pareti calcaree e dolomitiche, si distaccarono da lunghi tempi, come tuttora si distaccano per disfacimento meteorico

Fig. 60. — Breccie e conglomerati contro le pendici occidentali superiori del Lisin.

e per l'azione di frane, ingenti ammassi rocciosi, e si originarono rilevanti accumuli detritici, che le acque di dilavamento e i torrenti non giunsero a convogliare verso il mare e che lentamente si cementarono. Oggi possono perciò vedersi le pendici occidentali superiori del Lisin incrostate, poco sotto la cresta calcarea, da breccie e conglomerati fortemente cementati in alti banchi (fig. 60). Potrebbe anche supporsi che i conglomerati del Lisin fossero di origine glaciale; ma se si pensa che neppure sulla cresta del Rumija ho trovato traccie sicure di glaciazione e che già nel Lovćen, a una quarantina di chilometri più a nord, il limite di neve nell'epoca glaciale discendeva solo fino a 1300 metri, non sembra molto probabile la dipendenza dall'azione glaciale di quei conglomerati, a meno di un migliaio di metri sul livello del mare. Conglomerati analoghi si trovano pure abbondantissimi lungo i fianchi del rilievo fra Tugjemile e il Sutorman, e più ancora a Limljani e nei suoi dintorni; ma tutti questi sono meno uniformi di quelli del Lisin e non potrebbero geneticamente connettersi che a grandi frane dei calcari che sormontano le pendici, giacchè mescolati caoticamente con frammenti rocciosi si hanno pure blocchi di calcari volumetricamente comparabili a case. Gli spostamenti del suolo che favoriscono tali materiali

caotici, dipendono dalla sovrapposizione di calcari agli orizzonti scistosi ed imbriferi del Trias, tanto che nelle formazioni clastiche dei pendii è incomparabilmente maggiore la partecipazione dei calcari rispetto alle roccie scistose; ma per quanto concerne appunto i loro effetti, può dirsi che tali spostamenti interessano la potente serie dei calcari solo per una superficie molto ristretta, poichè la soprapposizione accennata si manifesta per lo più lungo le valli trasversali o lungo le direzioni di accavallamento stratigrafico, nelle quali si hanno a monte tutti strati a reggi-poggio, e quindi non atti a favorire estesi scivolamenti a valle di quelle masse calcaree, che incombono sugli scisti dei livelli imbriferi.

Riassunto sulla Tectonica.

Fra il Lago di Scutari e l'Adriatico le pieghe sono allungate e scalate a modo di quinte, ordinariamente parallele e più di rado, come nella Crmnica, deviate l'una verso l'altra; hanno inoltre i fianchi sud-occidentali sempre più ripidi di quelli opposti; appaiono infine fortemente compresse e talvolta inclinate e accavallate contro l'Adriatico.

Per non ripetere quanto ho già scritto relativamente alle varie pieghe della regione littoranea nei precedenti capitoli, credo che basteranno pochi schiarimenti per porrre in maggiore evidenza le principali condizioni tectoniche del paese.

Frattanto incomincio dal ricordare che da Vir ai dintorni di Antivari passando pel Sutorman, si hanno — come ho già detto — tre principali pieghe.

Prima piega, con asse anticlinale diretto da WNW a ESE e passante a nord di Bjelasica e per Boljevići.

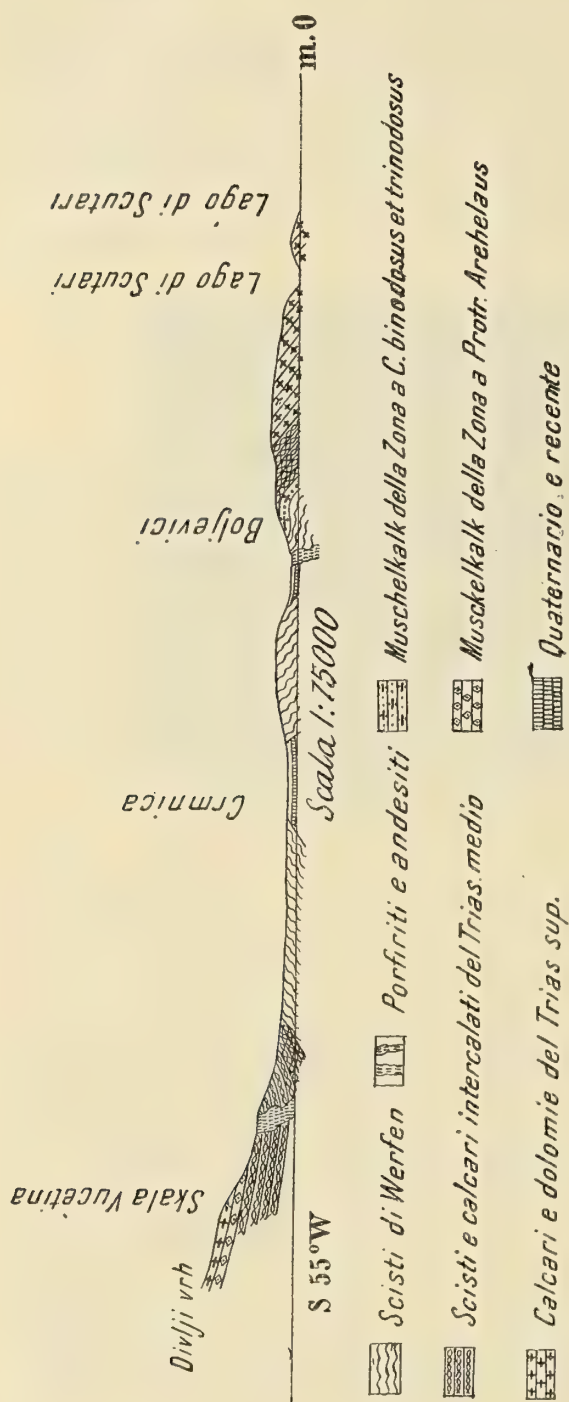
Seconda piega, con asse anticlinale parallelo al precedente e passante alquanto a sud di Veli Rasovatac, Limljani e Arvan.

Terza piega, con asse anticlinale diretto da NW a SE all'incirca lungo il confine dalmata-montenegrino, lo Stol e Bijela Skala.

È caratteristica per questa regione l'asimmetria delle pieghe, e ciò non solo perchè accennano ad addossarsi e ad inclinarsi contro l'Adriatico, ma anche perchè nella regione della Krajina sul Lago di Scutari i depositi giuresi si sovrappongono sul Trias con una potenza così costante e con un aspetto carsico così marcato da rendere in essi irriconoscibile il prolungamento delle pieghe distinte nella valle della Crmnica e dintorni del Sutorman, tantopiù che nessun taglio naturale facilita in detta Krajina le osservazioni stratigrafiche.

Se ben poco chiari si mostrano nella Krajina i cambiamenti dell'immersione prevalente nord-orientale in sud-occidentale, certa rimane la direzione stratigrafica WNW-ESE nella parte più settentrionale della Krajina e quella NW-SE nella parte media e meridionale di essa.

Il volume di dette pieghe è a nord e a sud del Sutorman tanto ridotto, che non solo le sommità anticlinali non sono conservate, ma perfino intiere parti di piega ven-

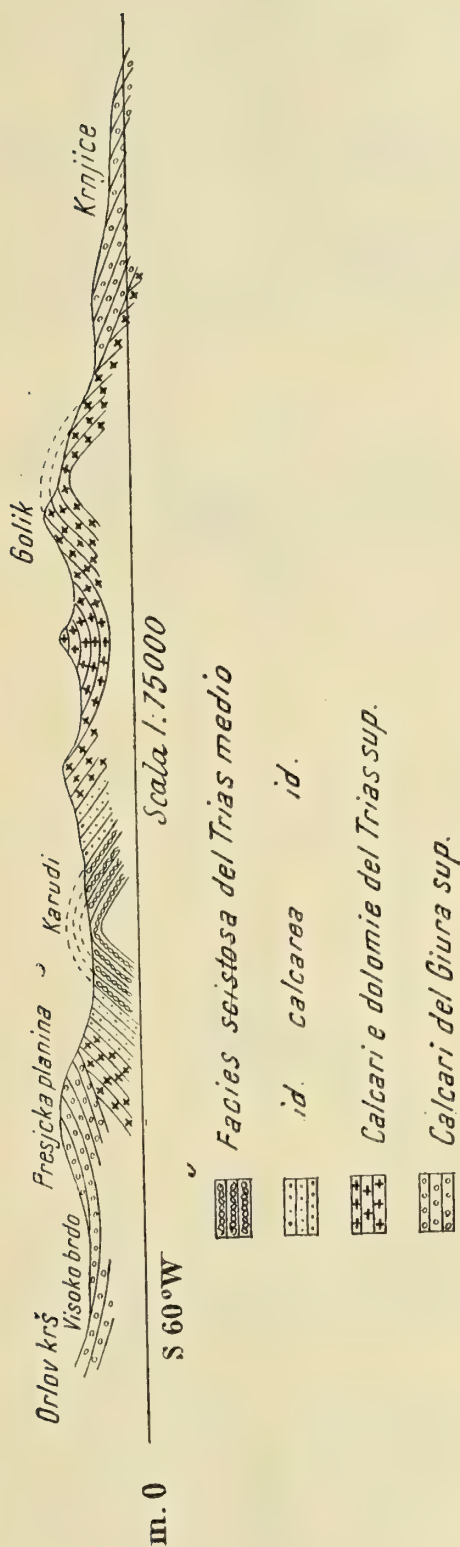
nero erose, essendo la valle della Crmnica e le sue confluenti eminentemente valli di erosione.

Spaccato n. 1.

Gli spaccati n. 1 e n. 2 condotti lungo le direzioni segnate sulla carta attraverso la bassa e alta valle della Crmnica, ma non perfettamente normali alla direzione degli strati, riassumono le principali condizioni stratigrafiche del Trias e del Giura nella parte della regione costiera montenegrina, compresa fra l' estremo lembo meridionale della Dalmazia e il Lago di Scutari.

Più che altrove persiste la forma tipica di sinclinale nella così detta conca di Sozina, il cui asse, con netta direzione NW-SE, passa pure pel valico del Sutorman.

Fra i dintorni di Antivari e la vetta del Rumija la stratigrafia si presenta a tutta prima molto intricata, anche perchè molti fenomeni tectonici si restringono in uno spazio relativamente angusto. Accennerò solo ai tratti più salienti ed essenziali della tectonica locale, giacchè solamente un minuto rilievo di dettaglio potrebbe condurre ad una esauriente descrizione di essa.

Data la successione e disposizione delle formazioni, se al di sopra di Antivari esistessero sedimenti paleozoici, questi non potrebbero presentarsi che come nuclei denudati di anticlinali inclinati e concordanti con gli scisti inferiori del Trias, e in tal caso messi allo scoperto dall' erosione successiva ai forti disturbi stratigrafici posteocenici.

Fra i membri delle formazioni del Trias vi è concordanza e spesso passaggio petrografico graduale, così che in difetto di dati paleontologici non può affermarsi

Spaccato n. 2.

l'esistenza di possibili lacune, e se pure esistono irregolarità nella successione dei sedimenti e nei loro elementi stratigrafici, non può trattarsi che di fenomeni locali.

Il Giura mi è apparso trasgrediente sul Trias e così pure la Creta; ma siccome la posizione di quest'ultima viene celata da ulteriori dislocazioni, non potrebbe giudicarsi l'intensità del ripiegamento triasico prima delle deposizioni sopracretaciche, essendo presumibile che anche nel Montenegro costiero come nella Dalmazia meridionale si siano verificati importanti fenomeni tectonici e un primo ripiegamento delle assise triasiche avanti della Creta superiore.

I sedimenti eocenici, ad ogni modo assai dislocati, provano che al tramonto dell'Eocene si sono iniziate quelle più intense dislocazioni, che hanno prodotto nella catena costiera le linee generali del modellamento attuale.

Il geologo Bukowski, valentissimo conoscitore e rilevatore della Dalmazia meridionale, a proposito dei terreni di Budua e Spizza riassume nelle seguenti parole (confr. *Erläuterungen zur Geologischen Detailkarte von Süddalmatien*, l. c.) uno dei fenomeni tectonici più complessi, effettuatosi sulle sponde orientali del bacino meridionale adriatico ed esplicatosi con comunanza di causa e analogia di effetti anche nella zona costiera montenegrina.

« Zufolge eines Schubes, der auf eine aus Nordost wirkende Kraft zurückzuführen ist, trat in der letzgenannten jungen Periode wieder Faltung ein, die Falten zerrissen jedoch grösstenteils, das ganze Gebiet wurde durch Brüche in viele Stücke zersplittert, die sich übereinanderschoben, und gleichzeitig sanken die gebrochenen Terrainstreifen

staffelförmig gegen Südwest ab, dem von Süden eindringenden Meere Raum schaffend. Diese weitgreifende vertikale und tangentiale Bewegung der Gebirgsmassen fiel der Hauptsache nach wohl in das Oligocän, dürfte aber in unserer und in den nächst benachbarten Regionen noch bis spät in das Neogen angedauert haben. Dafür spricht wenigstens die Tatsache, das an der süddalmatinischen Festlandsküste sowohl von marinem Miocän, dem man nicht weit süd-östlich von da, noch bei Dulcigno begegnet, als auch von marinem Unterpliocän, das auf der Insel Pelagosa, ebenfalls als Strandbildung entwickelt, vorkommt, jede Spur fehlt ». Oggi però, dopo le importanti scoperte di Pliocene marino sollevato nel bacino del Lago di Scutari,

Spaccato n. 3.

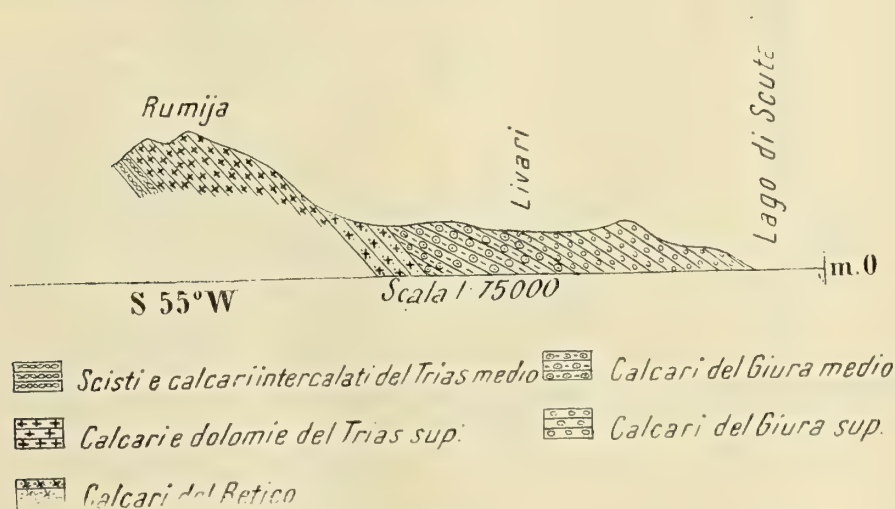
sembra sicura la persistenza di detti moti verticali e tangenziali anche oltre il Neogene.

In complesso, il ripiegamento dei terreni triasici del versante scutarino nella valle della Crmnica fu assai intenso e generò un addossamento di pieghe contro il mare.

Nel versante adriatico, le formazioni triasiche che nella valle d'erosione dal Sutorman discendendo verso Tugjemile vengono sempre più profondamente messe allo scoperto, fra la pianura di Antivari e il Rumija subirono pure un intenso piegamento inclinato verso il mare; ma le pieghe risultanti si fratturarono, e le serie così interrotte si spinsero e si accavallarono sulle altre che venivano a trovarsi ad un livello inferiore, e ne derivò così quella struttura a terrazze o embricata, che — per

quanto variamente modificata dall'erosione — in modo caratteristico mostra la montagna al disopra di Antivari.

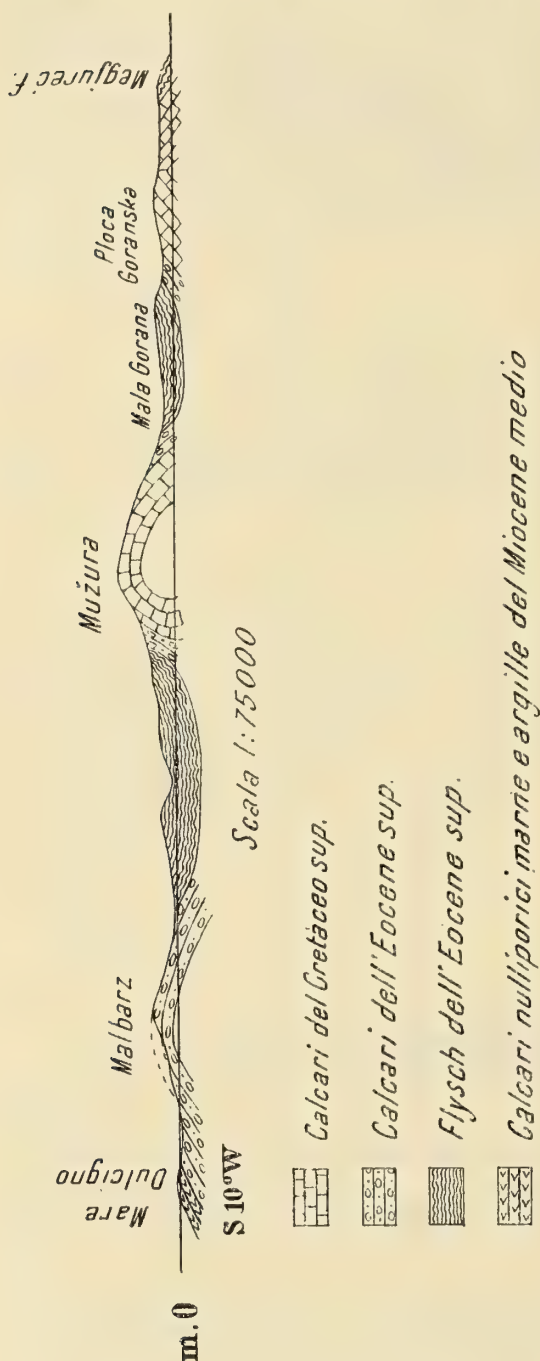
Spaccato n. 4.

Questo fenomeno si esplicò dunque in modo grandioso e per lungo tratto nella massa principale triasica della catena costiera.

Sezione n. 5.

Le sezioni n. 3 e n. 4 riproducono schematicamente l'andamento delle formazioni triasiche, le quali, in pieghe accavallate, presentano a due riprese dal basso all'alto due uguali successioni di strati triasici gradatamente meno antichi, ugual-

mente inclinati e sormontati da calcari della Dolomia principale. Non si può giudicare quanto le formazioni più vecchie abbiano, per questo fenomeno di *Ueberschiebung*, coperto i più giovani gruppi del Trias, perchè — come ho già detto — gli agenti esterni hanno molto modificato i tratti della Tectonica originaria scolpendo le pendici del Rumija a struttura embricata.

La sezione seguente (n. 5) comprende il tratto di territorio della Krajina tra il Rumija e il Lago, dove più manifesta che altrove si mostra la discordanza fra il Trias e il Giura.

Ai margini inferiori di questa catena costiera, una grande dislocazione seguente all'incirca la direzione stratigrafica NW-SE pone, dalla pianura di Antivari per Mrković́i e il Megjureč, a contatto le formazioni cretaciche della Volovica sormontate dal *flysch*, con la serie triasica del Lisin e dei contrafforti meridionali del Rumija (v. spaccato n. 3). Fu il Tietze a ravvisare qui pel primo l'esistenza di una faglia, la quale viene citata pure nell'opera magistrale del Suess a sostegno della tesi sullo sprofondamento adriatico, tesi che altri geologici — con a capo il De Stefani — non sono disposti ad ammettere. Per Vinassa invece questa dislocazione sarebbe piuttosto una flessura con scivolamento degli strati terziarî, di cui alcuni lembi sarebbero rimasti nell'interno sui calcari mesozoici. Potrebbe imputarsi a insufficienza di osservazione da parte mia il non aver distinto alcun lembo nè diffuso nè sporadico di strati terziarî sopra al Trias superiore del Lisin; ma siccome non è solamente il *flysch* che viene a contatto col Trias ma sono anche ed in parte maggiore i calcari cretacei dei quali non si ha traccia sulle alture del sistema del Rumija, non credo che con la supposta flessura si possa spiegare il contatto di queste formazioni diverse, sembrandomi invece più conforme allo stato di fatto l'ascri-

Spaccato n. 6.

Megjureč — Ploca Goranska — Mala Gorana — Mužura — Malbarz — Dulcigno — Mare

m. 0 — S 10° W — Scala 1 : 75000

Calcari del Cretàceo sup.

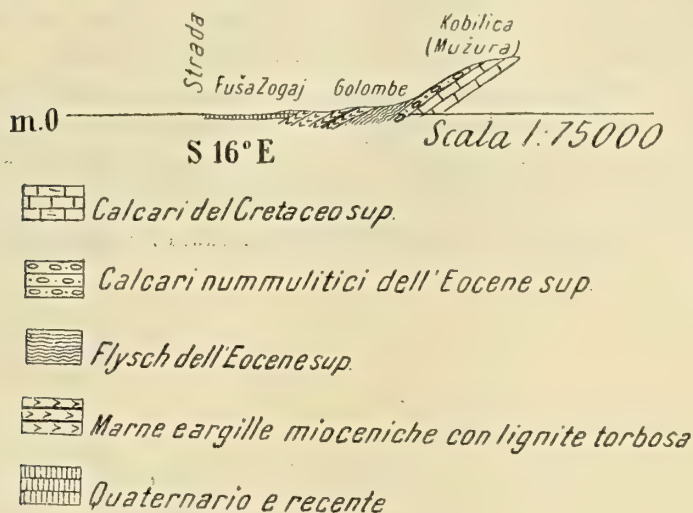
Calcari dell'Eocene sup.

Flysch dell'Eocene sup.

Calcari nulliporici marne e argille del Miocene medio

vere tale dislocazione ad un fenomeno analogo, sebbene meno evidente, a quello che si appalesa in modo più grandioso sopra ad Antivari.

Anche le pieghe della Volovica e del Mužura dimostrano l'influenza delle spinte provenienti da NE, perchè insieme con le pieghe triasiche presentano le anticlinali inclinate; anzi, quella del Mužura è quasi rovesciata verso sud-ovest.

Le tre pieghe Volovica, Mužura e Bijela Gora, disgiunte da sinclinali ricolme di *flysch* e nettamente separate e distinte da quelle triasiche della catena del Rumija, hanno strati diretti WNW-ESE e NW-SE; solo eccezionalmente verso la loro estremità meridionale mostrano una direzione E-W. In generale però, se nella valle tec-

Spaccato n. 7.

tonica di Mrkovići e nella Volovica è predominante la direzione WNW-ESE, nel Mužura e Bijela Gora la normale direzione dinarica solo di rado passa a quella WNW-ESE, ma non giunge mai nè ad una direzione NNW nè ad una E-W.

Sebbene ad occidente del Mužura non si siano verificati affioramenti ippuritici, pure, giudicando dalla scarsa potenza verticale del calcare nummulitico sui fianchi dello stesso Mužura, è logico ammettere che anche l'ossatura del sistema collinesco a sud-ovest di Mrkovići sia costituita precisamente dal calcare cretacico depositato in alti banchi regolari, corrugato in pieghe strette, inclinate e asimmetricamente sormontate dall'Eocene, e ricoperto per intiero da calcare nummulitico solo fra il Mužura e gli immediati dintorni di Dulcigno. Infatti già abbiamo veduto come le anticlinali cretaciche che dànno origine ai due primi rilievi della Volovica e del Mužura rimangano denudate sulla sommità, mostrando una direzione stratigrafica corrispondente a quella degli assi longitudinali delle pieghe della regione e un'inclinazione variabile fra un minimo di 25° e un massimo di 60° (spaccato n. 6).

Ad attestare la complessità dei movimenti che hanno accompagnato l'emersione posteocenica, stanno i depositi del *flysch*, i quali, addensandosi nelle valli allungate, dal livello del mare arrivano sempre molto disturbati fino ad una quota di 400 metri.

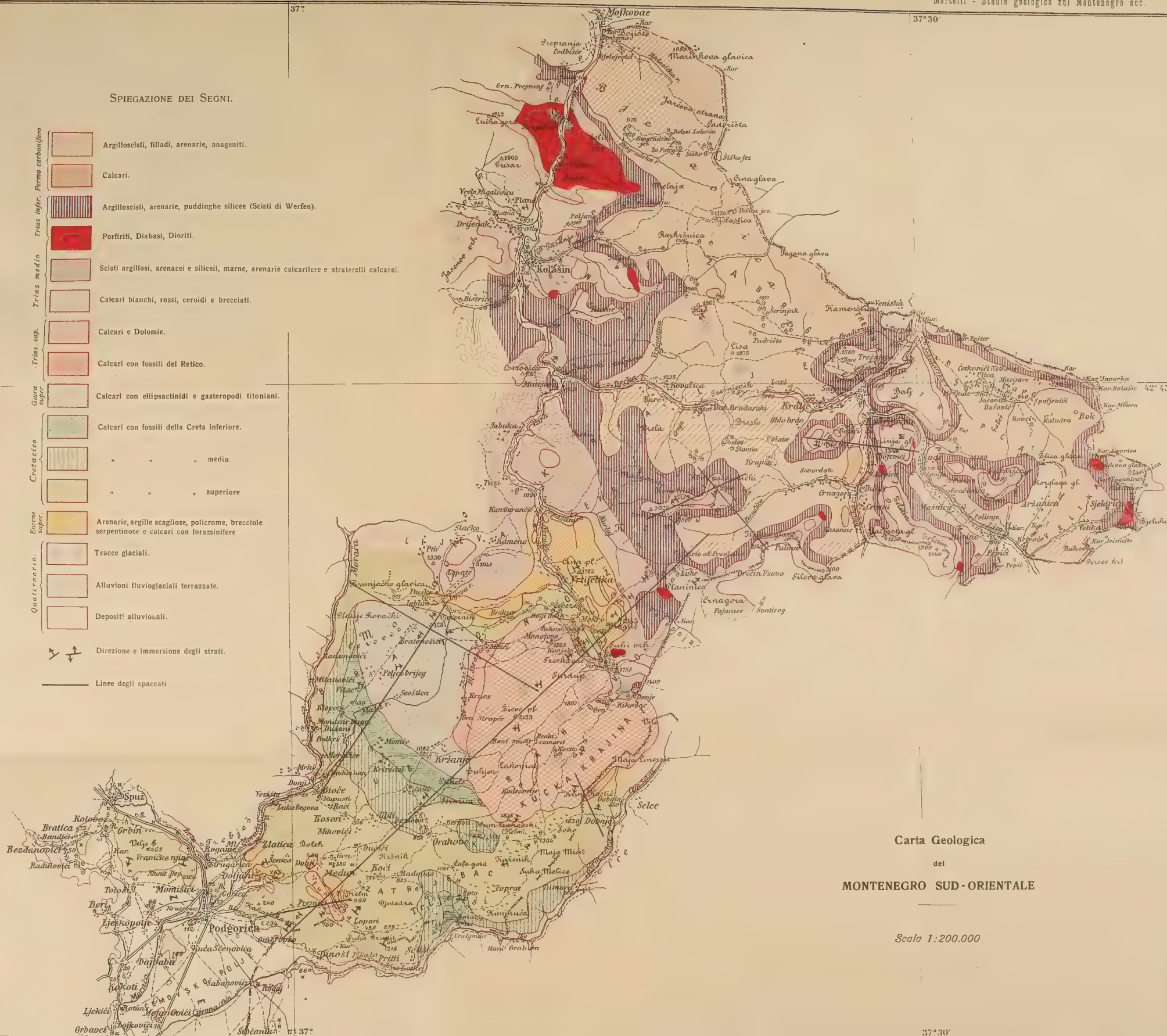
Più uniformi appariscono i rinnovati moti di sollevamento dal Miocene medio in poi, per la debole (20°) e costante inclinazione a SW dei calcari elveziani e degli scisti marnosi e arenacei, che con essi si alternano tutto attorno al porto di Dulcigno, e che insieme con i sedimenti pure elveziani di Golumbe presso il Fuša Zogaj (spaccato n. 7) sono prova palese dei mutamenti di superficie succeduti nel littorale montenegrino alla fine del Miocene medio.

I risultati delle ricerche geologiche del Vetters hanno infine dimostrato che nell'attuale bacino di Scutari, dopo il Pliocene, corrispose, almeno per un certo tempo, un periodo di emersione durante il quaternario, senza pregiudizio di quei fenomeni di abbassamento che possono essere avvenuti od avvennero in tempi molto più recenti ancora, come i più degli autori ritengono. Per conseguenza, anche pel limitrofo Montenegro può indursi che i processi tectonici più importanti per la configurazione orografica, iniziatisi grandiosamente nell'oligocene, hanno raggiunto il loro compimento non solo attraverso al neogene ma anche durante il quaternario.

INDICE

37° 30′

Kar.
Kar.
Kar. Pešter
Kar.
Kar.
Četkovići
Ulica
Masijare
Kar. Javorka

Spiegazione dei Segni.
Permo carbonifero
Argilloscisti, filladi, arenarie, anageniti.
Calcari.
Trias infer.
Argilloscisti, arenarie, puddinghe silicee (Scisti di Werfen).
Porfiriti, Diabasi, Dioriti.
Trias medio
Scisti argillosi, arenacei e silicei, marne, arenarie calcarifere e straterelli calcarei.
Calcari bianchi, rossi, ceroidi e brecciati.
Trias sup.
Calcari e Dolomie.
Calcari con fossili del Retico.
Giura super.
Calcari con ellipsactinidi e gasteropodi titoniani.
Cretacico
Calcari con fossili della Creta inferiore.
" " " media.
" " " superiore
Eocene super.
Arenarie, argille scagliose, policrome, brecciole serpentinose e calcari con foraminifere
Quaternario.
Tracce glaciali.
Alluvioni fluvioglaciali terrazzate.
Depositi alluvionali.
Direzione e immersione degli strati.
Linee degli spaccati
Carta Geologica
del
MONTENEGRO SUD-ORIENTALE
Scala 1:200.000
37°
37°30'
42°45'
Mojkovac
Kolašin
Podgorica
Spuž
Selce
STAB. L. SALOMONE ROMA

Carta Geologica
del
MONTENEGRO LITTORANEO
Scala 1 : 200000
SPIEGAZIONE DEI SEGNI.
Trias infer.
Argilloscisti, arenarie, puddinghe silicee (Scisti di Werfen).
Porfiriti, Andesiti.
Trias medio
Calcari bianchi e rossi del Muschelkalk alpino.
Argille, marne variegate, arenarie calcarifere, straterelli calcarei e silicei, tufi.
Calcari brecciati e conglomerati.
Calcari bianchi, rossi, grigi e ceroidi del Ladinico.
Trias super.
Calcari e Dolomie.
„ del Retico
Giura medio
„ con brachiopodi dell'Oolite.
Giura super.
„ con Fossili titoniani.
Creta super.
„ con rudiste.
Eocene super.
Calcari nummulitici
Argille scagliose, arenarie, brecciole, etc. (Flysch).
Miocene medio
„ nulliporici, marne e argille dell'Elveziano.
Depositi alluvionali.
Direzione e immersione degli strati.
Linee degli spaccati.
42°15'
42°
37°
Bucht Popova njiva
Bucht Cajn
Bucht Spizza
Rhede v. Antivari
Bar (Antivari)
Bucht Mrkovic
Ulcinj (Dulcigno)
BOJANA (BUNA)
Virpazar
Rumija
STAB. L. SALOMONE ROMA

INDICE DEL VOL. VI — SERIE 5ª

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Publicazioni della R. Accademia dei Lincei.

Serie 1ª — Atti dell'Accademia pontificia dei Nuovi Lincei, Tomo I-XXIII.
Atti della Reale Accademia dei Lincei. Tomo XXIV-XXVI.

Serie 2ª — Vol. I. (1873-74).
Vol. II. (1874-75).
Vol. III. (1875-76). Parte 1ª Transunti.
2ª Memorie *della Classe di scienze fisiche matematiche e naturali.*
3ª Memorie *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.*
Vol. IV. V. VI. VII. VIII.

Serie 3ª — Transunti. Vol. I-VIII. (1876-84).
Memorie *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali* Vol. I. (1, 2). — II. (1, 2). — III-XIX.
Memorie *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.* Vol. I-XIII.

Serie 4ª — Rendiconti Vol. I-VII. (1884-91).
Memorie *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.* Vol. I-VII.
Memorie *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.* Vol. I-X.

Serie 5ª — Rendiconti *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.* Vol. I-XVII. (1892-1908). 2° Sem. Fasc. 7°.
Rendiconti *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.* Vol. I-XVI. (1892-1908). Fasc. 3°.
Memorie *della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.* Vol. I-VII. Fasc. 2°.
Memorie *della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.* Vol. I-XII. Fasc. 7°.

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE

AI RENDICONTI DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

I Rendiconti della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Accademia dei Lincei si pubblicano due volte al mese. Essi formano due volumi all'anno, corrispondenti ognuno ad un semestre.

Il prezzo di associazione per ogni volume e per tutta l'Italia di L. **10**; per gli altri paesi le spese di posta in più.

Le associazioni si ricevono esclusivamente dai seguenti editori-librai:

Ermanno Loescher & C.° — *Roma, Torino* e *Firenze.*
Ulrico Hoepli. — *Milano, Pisa* e *Napoli.*